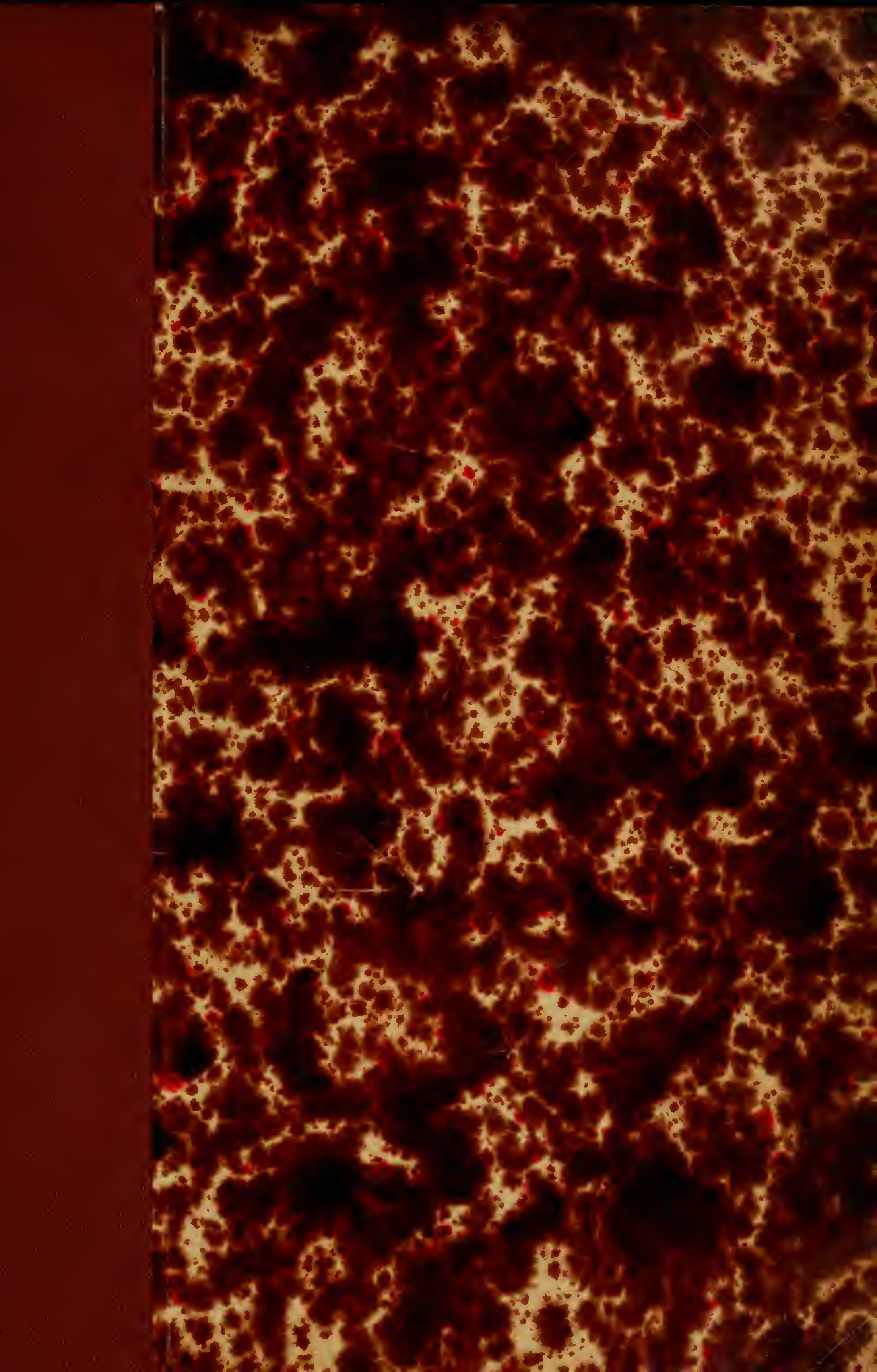
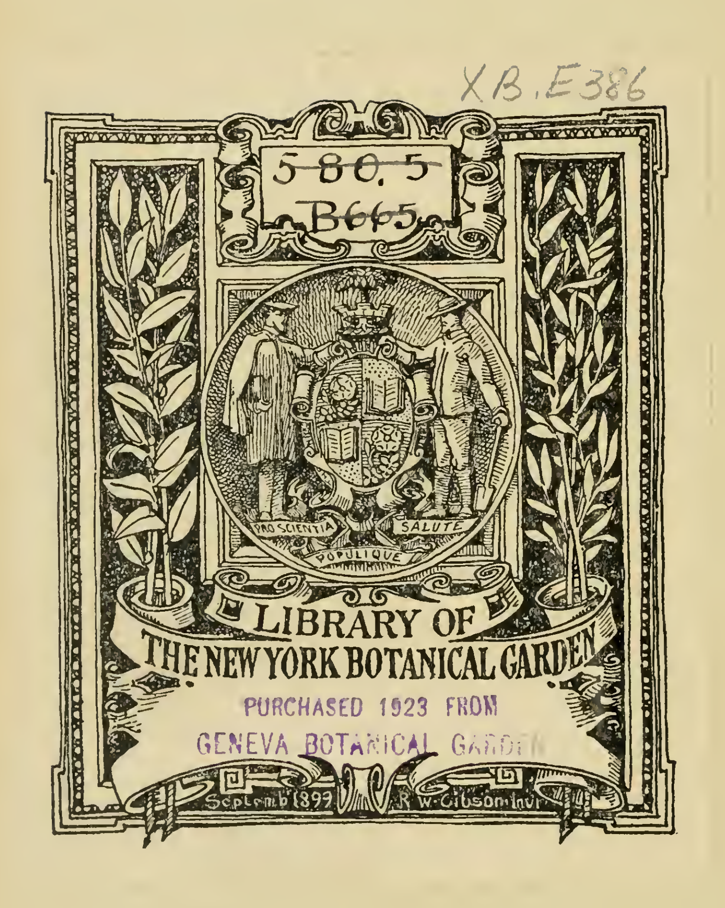



5 80. 5
B665
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PURCHASED 1923 FROM
GENEVA BOTANICAL GARDEN
Septemb 1899
R. W. Gibson Inv





Beihefte

zum

Botanischen Centralblatt.

Original-Arbeiten.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. O. Uhlworm und Prof. Dr. F. G. Kohl
in Berlin. in Marburg.

Band XVI.
Mit 21 Tafeln und 30 Abbildungen im Text.



Jena.
Verlag von Gustav Fischer.
1904.

Inhalt.



Beihefte
zum
Botanischen Centralblatt.

Original-Arbeiten.

Herausgegeben
von
Prof. Dr. Oscar Uhlworm und **Prof. Dr. F. G. Kohl**
in Berlin in Marburg.

Band XVI. — Heft 1.
Mit 6 Tafeln und 27 Abbildungen im Text.

Inhalt:



Jena
Verlag von Gustav Fischer.
1904.

Zur Kenntnis der pflanzlichen Oxydasen.

Von

T. Porodko.

Wie bekannt, werden den pflanzlichen Oxydasen drei wesentliche Eigenschaften zugeschrieben, nämlich 1. das oxydierende Vermögen, 2. die enzymatische Natur und 3. eine wichtige Rolle im Atmungsprozesse der Pflanzen.

Zur Begründung jeder dieser drei Charaktereigenheiten ist ein ziemlich reichhaltiges faktisches Material gesammelt und entsprechend beleuchtet worden. Jedoch sind die angeführten Beweise nicht immer genügend überzeugend und fordern noch in vielen Beziehungen weitere Vervollkommnungen und kontrollierende Beobachtungen. In einer Anzahl nachfolgend dargestellter Versuche habe ich mich bemüht, etwas in dieser Richtung zu tun.

I.

Man schließt auf das oxydierende Vermögen der pflanzlichen Oxydasen auf Grund der sogenannten Oxydase-Reaktionen, von welchen die Guajak-Reaktion am häufigsten angewendet und gegenwärtig als besonders charakteristisch angesehen wird. Indessen wollen bereits im Jahre 1896 H. H. Nasse und Framm[1]) gezeigt haben, daß die Guajak-Blaufärbung in aller ihrer Intensität auch bei völliger Abwesenheit des Sauerstoffs eintritt, und sie zogen daraus den Schluß, daß die Guajak-Reaktion nicht in der Oxydation des Guajak-Harzes, sondern in dessen Hydroxylierung besteht und nicht durch die oxydierenden, sondern durch die hydroxylierenden Enzyme hervorgerufen wird.

Da der Versuch von H. H. Nasse und Framm bis jetzt noch nicht wiederholt worden ist[2]), inzwischen aber bereits die

[1]) Nasse und Framm: „Bemerkungen zur Glykolyse.“ (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. 63. 1896. pp. 203—208.)

[2]) Was die Arbeit von Kastle und Loewenhart (Amer. Chem. Journ. Vol. XXVI. 1901. p. 539) anbetrifft, so ist sie mir erst bekannt geworden, nachdem ich meine Untersuchung schon beendigt hatte. Übrigens haben Kastle und Loewenhart ihre Versuche nicht mit dem Kartoffelextrakt, wie das bei Nasse und Framm der Fall ist, sondern mit den Kartoffelknollenteilen angestellt. Also, insofern die Bedingungen des zu wiederholenden Versuches freiwillig alteriert worden sind, dürfen die von Kastle und Loewenhart ermittelten Resultate gegenüber der Ansicht von Nasse und Framm keineswegs endgültig sein.

Ansicht ausgesprochen wurde, daß er die ganze Lehre von den Oxydasen als oxydierenden Enzymen stark ins Schwanken gebracht habe[3]), so hielt ich es für höchst angebracht, diesen Versuch zu wiederholen.

Zur möglichst vollständigen Entfernung des Sauerstoffs sowohl aus den Gefäßen, in welchen die Mischung des Kartoffelextraktes mit der Guajak-Tinktur stattfand, als auch aus diesen zu mischenden Flüssigkeiten, wendete ich fünf diverse Methoden an.

Vier von diesen (1. in atmosphärischer Luft, auf 7 mm Druck verdünnt; 2. in Wasserstoff, durch pyrogallussaures Kali gereinigt; 3. im mit Quecksilber gefüllten Eudiometer; 4. im luftdicht geschlossenen Gefäße, nach voraufgegangener Absorbierung des im Kartoffelextrakte gelösten Sauerstoffs durch Hefe) ergaben ein unbestimmtes Resultat, da die Guajak-Blaufärbung zwar völlig deutlich eintrat, zugleich aber bedeutend schwächer ausgedrückt war, als in den an der Luft ausgeführten Kontrollversuchen. Bei der 5. Methode erfolgte die Mischung im reinen Stickstoff. Diesmal ergaben sich vollkommen charakteristische bestimmte Resultate. In Anbetracht dessen gehe ich, ohne mich bei den ersten Beobachtungen aufzuhalten, sogleich zu der Beschreibung derjenigen zwei Versuche über, welche von mir nach der letztgenannten Methode angestellt wurden.

In ein gewöhnliches Hyazinthenglas gossen wir 50 ccm frischen Kartoffelextrakts, das zur Entfernung der gelösten Luft vorher einem halbstündigen heftigen Kochen bei 40 °C unter verringertem Drucke unterworfen wurde. Die Absperrung des Gefäßes wurde mittelst eines, die Zu- und Ableitungsröhren tragenden Kautschukpfropfens erzielt, welcher in dem verengerten Teil des Gefäßhalses steckte und außerdem mit Quecksilber übergossen wurde. Anderseits wurden 6—7 ccm der ebenfalls vorher abgekochten Guajak-Tinktur in ein mäßiges Probierglas gegossen, welches vermittelst Draht oder Bindfaden mit dem leicht schmelzbaren Mendelejewschen Kitt an der Innenwand des Zuführungsrohres befestigt wurde.

Das auf solche Weise angefertigte Mischgefäß wird nun unter der Luftpumpe evakuiert und darauf mit reinem Stickstoff gefüllt. Diese zweifache Manipulation wiederholen wir zehn Mal. Hierauf erwärmen wir von außen leicht diejenige Stelle des Zuleitungsrohres, wo der Bindfaden mit dem Probierglase angekittet ist; der Kitt schmilzt, das Probierglas mit der Guajak-Tinktur fällt in den Kartoffelextrakt und die Vermischung findet statt. Beim ersten Versuche war im Verlaufe von 15 Minuten keine Spur von Blaufärbung wahrzunehmen, nachher aber zeigte sich eine dünne (bis 1 mm) bläuliche Schicht auf der Oberfläche der weißlichen Mischung. Darüber hinaus ging die Reaktion nicht. Das Gefäß wurde dann geöffnet, und nach 25

[1]) Oppenheimer, C.: „Fermente und ihre Wirkungen." p. 285—305.

Minuten trat die Blaufärbung der ganzen Mischung ein, die in ihrer Intensität der Färbung des an der Luft angestellten Kontrollversuches gleichkam.

Beim zweiten Versuche wurde die Verdünnung der Luft vermittelst der Pumpe jedesmal nicht bis auf 40 mm, wie im vorhergehenden Versuche, sondern auf 24 mm ausgeführt. Es zeigte sich, daß in diesem Falle nicht die geringsten Spuren einer Blaufärbung auftraten. Auch nach einer Wartezeit von 100 Minuten trat noch keine Blaufärbung ein. Hierauf wurde das Gefäß geöffnet, und die sich einstellende Blaufärbung erreichte nach zwei Minuten dieselbe Intensität wie im Kontrollversuche.

Der letzte Versuch entschied also ganz bestimmt die Frage über die Natur der Guajak-Reaktion gegen die Ansichten von H. H. Nasse und Framm. Eine Guajak-Reaktion tritt bei Abwesenheit von Sauerstoff überhaupt nicht ein, folglich besteht sie in der Oxydation des Guajak-Harzes.

Übrigens ist das Versuchsresultat der erwähnten Forscher ganz begreiflich. Die zur Guajakbläuung nötige Sauerstoffmenge ist nämlich sehr gering. Mischt man z. B. ein frisches Kartoffelextrakt mit der Guajak-Tinktur unter Quecksilber, so tritt die Reaktion kaum langsamer und schwächer als an der Luft ein. Das im Extrakte und in der Guajak-Tinktur gelöste Sauerstoffquantum genügt also vollkommen für das Zustandekommen einer sehr intensiven Blaufärbung.

II.

Die Pflanzenextrakte rufen sehr viele Oxydations-Reaktionen hervor. Solche Extrakte werden hergestellt, indem man die zerkleinerten Pflanzenteile mit Sand und Chloroformwasser sorgfältig zerreibt. Es ist also ihre oxydierende Tätigkeit weder mit dem Leben der Zelle, noch mit der Anwesenheit von Mikroorganismen im Zusammenhange stehend, sondern wird augenscheinlich durch irgend welche oxydierend wirkenden Stoffe hervorgebracht. In zwei oder drei Fällen sind Versuche angestellt worden, dieselben durch vielmaliges Präzipitieren der Extrakte mit Alkohol oder schweren Metallsalzen und Auflösen des abgesetzten Niederschlages in Wasser in reinerem Zustande zu erhalten. Die erhaltenen Oxydase-Präparate gaben gewisse Reaktionen auf Eiweiß, enthielten N, S, mitunter auch P, Mn oder Fe, und noch einige Alkalien und alkalische Erden. Einigen Beobachtungen nach werden die Oxydasen nicht durch Pepsin und Pankreas-Saft zersetzt. Sie sind nicht dialysierbar. Übrigens drang die Sarthousche[1]) Schinoxydase durch Pergament. Die oxydierende Tätigkeit solcher gereinigter Oxydase-Präparate, ebenso wie der ursprünglichen Extrakte tritt nun nur bei Beobachtung gewisser Bedingungen auf. Protoplasmatische

[1]) Sarthou: „Contributions à l'étude de la nature des oxydases." (Journ. de Pharm. et Chimie. T. XIII. 1901. p. 464—465.)

Gifte nämlich wirken hindernd auf sie ein; Kochen, starke Säuren und Alkalien zerstören sie; schwache Erwärmung jedoch, ebenso wie schwache Säuren und Alkalien sind nicht nur unschädlich, sondern davon ist sogar das Optimum ihrer Oxydationskraft abhängig. Was die Erwärmung anbetrifft, so werden die Oxydasen sogar durch Aufkochen nicht für immer zerstört, sondern nur zeitweise, da mit der Zeit auch in gekochten Extrakten die Fähigkeit, Oxydase-Reaktionen zu ergeben, wieder eintritt. Nach der Ansicht von Woods,[1]) welcher die letzterwähnte Tatsache entdeckte, liegt die Ursache hierzu in der Existenz eines besondern, sehr widerstandsfähigen Oxydasogens.

Alle diese angeführten Kennzeichen und Bedingungen der Tätigkeit der pflanzlichen Oxydasen bringen sie zweifellos in nähere Beziehung zu den andern bekannten Enzymen. Bis jetzt aber sind noch keine genügenden Gründe dafür vorhanden, den pflanzlichen Oxydasen einen enzymatischen Charakter zuzuschreiben. Ist es ja bis jetzt noch gänzlich unbekannt, ob die pflanzlichen Oxydasen fähig sind, irgend etwas spezifisch zu oxydieren. Es ist also das charakteristischste und einzig zuverlässige Merkmal jedes echten Enzymes für die Oxydasen noch nicht bekannt. Diejenigen Kennzeichen aber, welche als charakteristisch angesehen, und auf Grund deren die enzymatische Natur der Oxydasen bewiesen wird, sind auch solchen Substanzen eigentümlich, die erwiesenermaßen nicht enzymatischer Natur sind. Tatsächlich wurden nicht wenige Fälle beschrieben[2]), in welchen die charakteristischen Oxydase-Reaktionen bei völliger Abwesenheit von Oxydasen erzeugt wurden. Damit noch nicht genug: Bourquelot[3]) zeigte, daß ein Gemisch von Chinon mit Eiweiß nicht nur befähigt ist, Guajak blau zu färben, sondern auch, daß es diese Fähigkeit beim Kochen verliert, d. h. unter denselben Bedingungen wie bei den das Guajak blaufärbenden Oxydasen. Lagatu[4]), in seiner Mitteilung über die Fähigkeit der Eisensalze, das Umschlagen des Weines hervorzurufen, bemerkt hierzu noch, daß dieselbe durch H_2SO_4 verhindert werden kann, ebenso, wie im Falle der natürlichen, durch Oenoxydase hervorgerufenen Erkrankung des Weines.

---

[1]) Woods: „Observations on the mosaic disease of tobacco". (Unit. Stat. Departem. of Agriculture. Bullet. N. 18.)

[2]) Pohl: Archiv für experiment. Pathologie. Bd. XXXVIII. p. 65—70.
Bertrand: Comptes rend. t. 124. pp. 1355—1358.
Nasse und Framm: l. c.
Sarthou: Journ. de Pharm. et Chimie. T. XII. 1900. p. 104—108.
Bourquelot et Bougault: Journ. de Pharm. et Chimie. T. VI. 1897. p. 120—123.
Livache: Journ. de Pharm. et Chimie. (T. 6. 1897. p. 169—170.)

[3]) Bourquelot: Remarques sur les matières oxydantes que l'on peut rencontrer chez les êtres vivants." (Compt. rend. de la Soc. de Biol. T. XLIX. 1897. p. 402—406.)

[4]) Lagatu: „Sur la casse des vins: interprétation nouvelle, basée sur le rôle du fer." (Compt. rend. T. CXXIV. p. 1461—1462.)

Leider sind, soweit mir bekannt, derartige Fakta nur selten[1]) aufgeklärt worden. Da aber die besprochenen Erscheinungen unorganischen Charakters, welche Fermentierungserscheischeinungen imitieren, augenscheinlich zur Lösung des Problems des oxydativ-enzymatischen Prozesses beitragen können, so stellte ich meinerseits zwei Versuchs-Serien auf.

In der ersten Versuchs-Serie untersuchte ich die Wirkung verschiedener Salze auf Guajak-Tinktur (frische, sehr starke Lösung). Es erwies sich, daß eine intensive Reaktion der Blaufärbung nur durch die Salze von Eisen, Kupfer, Mangan und Chrom hervorgerufen wurde, also von solchen Metallen, welche sowohl Oxyd- als auch Oxydul-Salze bilden. Ferner stellte sich bei der Vergleichung der Oxydul- und Oxyd-Salze dieser Metalle heraus, daß nur die letztern eine außerordentlich starke Guajak-Reaktion ergeben, während die erstern an sich hierzu nicht befähigt sind, jedoch diese Fähigkeit bei Zusatz einer geringen Quantität von H_2O_2 (H_2O_2 an sich ergibt keine Guajak-Reaktion) erlangen. Schließlich konstatierte ich bei der Vergleichung der Oxydsalze der erwähnten Metalle untereinander, aber von verschiedenen Säuren, daß die Salze starker Mineralsäuren bedeutend stärker reagieren als die Salze schwacher organischer Säuren, welche entweder garnicht oder nur langsam und schwach reagieren.

In der zweiten Versuchs-Serie untersuchte ich die Bedingungen, unter welchen eine Lösung von Eisenchlorid imstande ist, die Blaufärbung von Guajak-Tinktur hervorzurufen. Hierzu wandte ich eine schwache Eisenchlorid-Lösung (1 : 200—1 : 1000) an, die eine Guajak-Färbung von ungefähr gleicher Intensität ergibt, als auch bei derjenigen Reaktion, welche durch frisches Kartoffelextrakt (1 Teil Saft mit dem doppelten Quantum Wasser verdünnt) hervorgerufen wird.

Ich erhielt folgende Resultate:

1. Ein kurz andauerndes Kochen einer Eisenchlorid-Lösung schwächt die guajakblaufärbende Fähigkeit oder verhindert dieselbe gänzlich, je nach der Zeitdauer des Kochens oder dem Konzentrationsgrade der Lösung.

2. Eisenchlorid-Lösungen, welche infolge des Kochens die Fähigkeit des Blaufärbens der Guajak-Tinktur verloren hatten, erhalten dieselbe im Verlaufe von 20—25 Stunden beim Stehenlassen an der Luft aufs neue wieder, wenn auch in schwächerem Grade.

3. Schwache Ansäuerung oder Zusatz von Alkali, ebenso wie schwache Erwärmung, hindern die Oxydationstätigkeit des Eisenchlorids nicht.

4. Starke Säuren oder Alkalien wirken stets hemmend auf das Eintreten der Guajakblaufärbung.

---

[1]) Engler und Wöhler, Lothar: „Pseudokatalytische Sauerstoff-Übertragung." (Zeitschr. für anorgan. Chemie. Bd. XXIX. 1902. p. 1—21.) Bredig: „Anorganische Fermente." 1901.

5. Von den protoplasmatischen Giften stellte ich nur mit Hydroxylamin Versuche, an und fand, daß ein unbedeutender Zusatz davon zur Eisenchlorid-Lösung die Guajak-Reaktion entweder stark beeinträchtigt oder ganz verhindert, je nach der Konzentration des Salzes.

6. Eine wässrige Lösung von Pepsin, dem Eisenchlorid zugesetzt, schwächt die Intensität der Blaufärbung der Guajak-Tinktur nicht; wenn aber Pepsin zu einem Gemisch von Eiweiß mit Eisenchlorid zugefügt wird, so kann man eine Verstärkung der Guajak-Reaktion bemerken.

7. Eisenchlorid ist in Alkohol und Aceton löslich, deshalb gelingt es nicht, es durch Vermittlung derselben niederzuschlagen, selbst nicht bei Anwesenheit von Hühnereiweiß; wenn man jedoch eine Mischung von einprozentiger Gelatinelösung, Eisenchlorid und colloidalem Ferridioxychlorid[1]) anfertigt, so kann man es durch reichliche Mengen von Aceton niederschlagen. Nach der Filtration, Waschung mit Aceton und Austrocknung lösen wir einen Teil des Coagulates in Wasser auf, und mit der wässrigen Lösung ergibt es eine merkbare, aber sehr abgeschwächte Guajak-Reaktion, jedoch keine Reaktion auf Eisenoxyde mit Kalium-Ferrocyanid.

Auf diese Weise gelingt es, unter Zuhülfenahme der Guajak-Reaktion, die Analogie zwischen den pflanzlichen oxydasereichen Extrakten und Eisenchlorid ziemlich weit zu führen. Ob sich aber diese Analogie in den weitern Untersuchungen als eine völlige erweisen wird, und ob es gelingen wird, sie auch unter Zuhülfenahme anderer Oxydase-Reaktion durchführen zu können, bleibt gewiß noch zu erforschen.

III.

Die Frage über die Rolle der Oxydasen beim Atmungsakte der Pflanzen ist bis jetzt nur andeutungsweise behandelt worden. Hahn[2]) und Scheel[3]) geben allerdings u. a. Hinweise darauf, daß die Oxydasen fähig sind, die im Pflanzenextrakte befindliche Glykose zu oxydieren. Leider aber ist dort durch direkte Versuche nicht nachgewiesen, daß gerade die Oxydasen, und nur diese allein, die Zersetzung der Glykose hervorrufen. Es bleibt ferner unaufgeklärt, in welcher Beziehung diese Zersetzung der Glykose zum Atmungsaustausch der Gase steht. Infolgedessen bedürfen auch die gezogenen Schlußfolgerungen über die glykolytische Fähigkeit der Oxydasen sowie über deren Beziehung zur Atmung noch einer Nachprüfung durch direkte Versuche, was ich ebenfalls zu tun bestrebt war.

---

[1]) Hantzsch und Desch: Liebigs Annal. der Chemie. Bd. CCCXXIII. p. 29—30.

[2]) Hahn: „Chemische Vorgänge im zellfreien Gewebssafte von *Arum maculatum*.“ (Chem. Ber. Bd. XXXIII. 1900. p. 3555—3560.)

[3]) Botan. Ber. Bd. XX. 1902. p. 98—99.

Bei der Aufstellung der Versuche folgte ich im allgemeinen der Hahnschen Methode. Zu jedem Versuche wurden 1—2 kgr Kartoffeln zerkleinert, die Masse mit Sand und Tripel vermischt und sorgfältigst zerrieben. Der Saft wurde durch Leinwand gedrückt und in Gefäße verteilt. Der Inhalt eines Teiles der Gefäße wurde erhitzt und diente zu den Kontrollversuchen. Alle Gefäße wurden durch Pfropfen mit je zwei knieförmigen Abführungsröhren verschlossen. Die Pfropfen und die Enden der Röhren wurden in Quecksilber untergetaucht. Die auf solche Weise gefüllten Gefäße wurden eine Zeit lang in den Thermostat gebracht, bei einer Temperatur von 25 °C. Um die Entwicklung von Mikroben zu verhindern, wurde überall Toluol (in einer Quantität von 5 %) hinzugefügt. Nach Beendigung der Digestion und nach voraufgegangener Brassage wurden aus allen Gefäßen Gasproben genommen und analysiert. Der Inhalt der Gefäße wurde erhitzt, die sich ergebenden Niederschläge abfiltriert, und in den Filtraten wurde die Glykosequantität nach der Soxhletschen Methode zur Vergleichung mit den entsprechenden, aus den Kontrollversuchen erhaltenen Ziffern bestimmt.

Versuch I.

Der Kartoffelsaft wurde im Verhältnis von 4 : 1 mit Wasser verdünnt und in drei Portionen zu je 50 ccm. zerteilt. Die eine Portion wurde 5 Minuten lang gekocht und diente zur Kontrolle. Beide andern Portionen wurden nicht erhitzt, die eine von ihnen wurde in das Eudiometer mit 65 ccm Luft gebracht, die andre ebenfalls, jedoch ohne Luft. Digestion 4½ Tag im Thermostat.

	Erhitzt:	Nicht erhitzt: + Luft:	Nicht erhitzt ohne Luft:
Gefundene Glykose:	615.1 mgr.	723.7 mgr.	279.6 mgr.
Analyse des Gases:	„	$CO_2+H_2O=2.8\%$ $O_2 = 17.83\%$	10 ccm CO_2 stark verblaßte Lösung am Ende der Digestion: Alkohol wurde nicht gefunden.

Versuch II.

Unverdünnter Saft; Digestion in kleinen Kolben von je 60 ccm Saft: Erhitzung 10 Minuten im Autoklaven bei 100 °C; Digestion bei t⁰= 14 °C; 10 Tage.

	Erhitzt:	Nicht erhitzt: + Luft:	Nicht erhitzt ohne Luft:
Gefundene Glykose:	1204,2 mgr.	1640,3 mgr.	1687,2 mgr.
Analyse des Gases:	$CO_2+H_20=0{,}47\%$ $O_2=19.57\%$	$C_2O+H_2O=2{,}6\%$ $O_2 = 17{,}82\%$	kein Gas

Versuch III.

Der Saft wurde um das Doppelte mit Wasser verdünnt: Erhitzung 10 Minuten im Autoklaven bei 100°—120° C; Digestion in Hyazinthengläsern von je 200 ccm., 7½ Tage. Nach Beendigung der Digestion ergaben alle Lösungen, sowohl die erhitzten, als auch die nichterhitzten, fast die gleiche, ziemlich gut ausgedrückte Guajak-Reaktion.

	Erhitzt:	Nicht erhitzt: + Luft:	Nicht erhitzt ohne Luft:
Gefundene Glykose:	2050,4 mgr.	2116,6 mgr.	2059,0 mgr.
Analyse des Gases:	$CO_2+K_20=0{,}7\%$ $O_2 = 18{,}63\%$	$CO_2+H_20=10{,}7\%$ $O_2 = 14{,}39\%$	kein Gas.

Aus diesen drei Versuchen ergibt sich also die Folgerung, daß die zellenfreien Kartoffelextrakte die Fähigkeit besitzen, die Glykose zu zersetzen und einen Austausch der Gase hervorzurufen. Dafür spricht ganz unzweideutig die nicht unbeträchtliche Kohlensäurebildung in den nicht erhitzten Proben. Die gleichzeitige Glykosezunahme läßt sich aber ganz ungezwungen durch die fortdauernde diastatische Spaltung der in den Extrakten vorhandenen Stärke erklären.

Jedenfalls sind die Verhältnisse bei diesem Versuchsverfahren zu kompliziert, um zu ersehen, ob bei dem angenommenen glykolytischen Prozesse die Oxydasen teilnahmen. Ich war daher bestrebt, die Oxydasewirkung abzutrennen und durch spezielle Versuche zu entscheiden, ob der konstatierte Gasaustausch tatsächlich durch enzymatische Oxydation der Glykose bewirkt wird.

Versuch IV.

100 ccm Saft werden mit dem doppelten Volumen Aceton versetzt, der Niederschlag in Wasser gelöst, die Lösung mit

dem gleichen Volumen einer zweiprozentigen Glykoselösung gemischt und die Mischung in zwei Portionen geteilt, von denen die eine solange erhitzt wurde, bis sie die Fähigkeit verlor, Guajak blau zu färben. Darauf Digestion in Hyazinthengläsern vier Tage lang. Nach Beendigung derselben wird die Guajak-Reaktion von beiden Flüssigkeiten hervorgerufen, durch die erhitzte aber in bedeutend schwächerm Grade. Die Analyse der Gase ergab:

Erhitzt:	Nicht erhitzt:
$CO_2+H_2O = 0,35\,\%$	$CO_2+H_2O = 0,53\,\%$
$O_2 = 20,57\,\%$	$O_2 = 20,67\,\%$

Es ergibt sich also hieraus, daß die Oxydasen nicht fähig sind, die Glykose zu oxydieren, wenigstens nicht auf Kosten des Sauerstoffs der Luft.

Da im Versuche 3 das erhitzte Extrakt einen ziemlich bedeutenden Gasaustausch gezeigt hatte, anderseits auch eine gut ausgedrückte Guajak-Reaktion hervorzurufen imstande war (augenscheinlich infolge der Regeneration der oxydierenden Enzyme), so hielt ich es für angebracht, direkt zu entscheiden, ob die Oxydase daran teilnimmt.

Versuch V.

Kartoffelextrakt, der infolge der fünfminutigen Sterilisation bei 120° C die Fähigkeit des Blaufärbens der Guajak-Tinktur verloren hatte, erhielt dieselbe im Verlaufe von 15 Tagen aufs neue, wenn auch in schwächerm Grade. Darauf wurde er in zwei Portionen zu je 50 ccm verteilt. Die eine Portion wurde zwei Minuten lang gekocht und diente zur Kontrolle. Digestion in Hyazinthengläsern 6 Tage lang im Thermostat.

Nach Beendigung der Digestion wird eine gut ausgedrückte Guajak-Reaktion nur von der nichterhitzten Lösung hervorgerufen. Die Analyse des Gases ergab:

Erhitzt:	Nicht erhitzt:
$CO_2+H_2O = 0,36\,\%$	$CO_2+H^2O = 0,36\,\%$
$O_2 = 20,00\,\%$	$O_2 = 20,14\,\%$

Aus allen diesen Versuchen schließe ich nun, daß die Oxydasen kaum am Atmungsakte teilnehmen. Zwar sind die

angeführten Versuche zu wenig zahlreich und die ganze Frage zu kompliziert; es scheint mir aber die richtige Schlußfolgerung nicht anders als die obige zu sein.

Am Schlusse meiner vorliegenden kurzen Mitteilung ist es mir eine angenehme Pflicht, den Herren Professor Dr. D. J. Iwanowski und Dr. M. S. Tswett meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für ihre mir fortgesetzt freundlichst gewährten Ratschläge.

Warschau, im September 1903.
Botanisches Laboratorium d. Universität.

Die Theorie der Kryptomerie und des Kryptohybridismus.

I. Mitteilung.

Über die Existenz kryptomerer Pflanzenformen.

Von

Professor **Dr. Erich Tschermak**, Wien.

Kryptomer (κρυπτὸς verborgen, μέρος Teil) seien solche Pflanzen- und Tierformen genannt, welche sich im Besitze latenter Eigenschaften oder Merkmale erweisen. Diese Eigentümlichkeit dokumentiert sich im allgemeinen durch die Erzeugung einer anders gearteten Nachkommenschaft, durch Heterogonie im allgemeinsten Sinne. Der Anlaß zu einer solchen sprungweisen Abänderung oder plötzlichen Manifestation bisher latenter Merkmale kann ein nicht näher bekannter sein — dann sprechen wir von spontaner Mutation nach de Vries oder spontaner Heterogenese nach Korschinsky. De Vries unterscheidet das erstmalige Aktivwerden eines Merkmales aus dem „prämutablen" Zustande als progressive Mutation oder Mutation im engeren Sinne, das Wiederaktivwerden aus dem nichtaktiven oder einfach latenten Zustande als degressive, das Latentwerden als retrogressive Mutation[1]) (I. S. 456—463. II. S. 636—642). Gleichgültig, wie und wann die Anlage zu den neuen Merkmalen der (sc. progressiven) Mutanten entstanden sind, wenigstens die Eltern oder der eine Elter derselben darf gewiß als kryptomer bezeichnet werden. In diesem Falle bedeutet Kryptomerie den latenten Besitz neuer Merkmale, also Anlage zur (progressiven) Mutation. (Latenz im sogenannten prämutablen Zustande nach de Vries[2]). Als Gegenstück zu dieser Auffassung ergibt sich sofort die Frage, ob etwa alle oder wenigstens bestimmte Mutanten noch im latenten Besitze der äußerlich verschwundenen Merkmale der Eltern- oder Stammform sich befinden, ob also die Mutanten kryptomer sind. In diesem Falle bedeutet

[1]) Die Mutationstheorie. Bd. I. 1901. Bd. II. 1903.

[2]) Variabilité et mutabilité. (Rapp. du Congrès international de botanique. Oct., Paris 1900. S. 1 und Bd. I. S. 332ff, 352, 366. Bd. II, S. 427, 503, 637.

Kryptomerie[1]) den latenten Besitz alter, stammelterlicher Merkmale — also Anlage zum Atavismus (Latenz im nichtaktiven Zustande nach de Vries).

Die Grundlage einer experimentellen Prüfung auf Kryptomerie bildete für mich die Beobachtung, daß Fremdkreuzung einen Anlaß zur Manifestation bisher latenter Merkmale abgeben kann. Daneben geht natürlich das Aufsuchen von Fällen, in denen sich kryptomere Formen so zu sagen selbst verraten, also von Fällen spontaner Heterogonie beziehungsweise spontaner Mutation und spontanen Atavismus. Welcher Grad von „Fremdheit" in den einzelnen Fällen zur Auslösung erforderlich ist, bedarf erst der speziellen Untersuchung, die ich schon an mehreren Objekten begonnen habe. Ebenso die Frage, ob etwa nur gewisse fremde Formen zur Auslösung der latenten Anlagen befähigt sind, und anderes. — Die zur Kreuzung benutzte „fremde" Form darf natürlich das Merkmal, auf dessen Latenz bei der ersteren Rasse zu prüfen ist, nicht schon an sich tragen. Die beiden Formen müssen also in der bezüglichen Merkmalskategorie, z. B. Blütenfarbe, übereinstimmen oder in „anderer" Weise verschieden sein; im letztern Falle resultiert allerdings eine Komplikation. Bei der ersten Prüfung ist im allgemeinen noch nicht sicher zu entscheiden, welche der beiden Elternformen kryptomer ist; eventuell sind es beide. Bei Auftreten von sicheren oder wahrscheinlichen Atavismen ist die Entscheidung allerdings relativ leicht. In jedem Falle empfiehlt es sich aber, eine größere Anzahl „fremder Rassen" abwechselnd zur Kreuzung zu benutzen, um deren Einflußlosigkeit auf die Qualität des Novums an sich darzutun. In den zunächst mitzuteilenden Beispielen bedeutet „Fremdkreuzung" im allgemeinen Rassenverschiedenheit, die allerdings zumeist eine mehrseitige ist, nur in einem Beispiele Artdifferenz. Es handelt sich also hier durchweg um heteromorphe Xenogamie im Gegensatze zur Selbstbestäubung oder Befruchtung durch Nachbarblüten desselben Individuums (Geitonogamie) oder Befruchtung durch andere Individuen desselben Standortes und derselben Rasse (isomorphe Xenogamie.)

Nach dem angegebenen experimentellen Kriterium erweisen sich als kryptomer, d. h. als Träger bestimmter latenter Eigenschaften, solche Formen, welche bei Inzucht (Selbstbestäubung oder Kreuzung innerhalb des Bereiches derselben Rasse) in bestimmten charakteristischen Merk-

[1]) Kryptomerie bedeutet in diesem Falle Anlage „zur Degression überhaupt" nach de Vries, d. h. zur aufsteigenden Zustandsänderung einer vorhandenen Anlage aus gewöhnlicher Latenz (nicht so Prämutations-Latenz!) zu Semilatenz (d. h. Manifestation von Zeit zu Zeit in Form sogenannter Halbrassen I. S. 422, II. S. 371 vgl. als Beispiel *Linaria vulg. hemipeloria*, I. S. 562) oder Semiaktivität (d. h. Manifestation in etwa der Hälfte der Fälle in Form sogenannter Mittelrassen I. S. 422, II. S. 371) oder Aktivität. Der Degression als produktiver Variation steht die Regression als Verlustvariation oder absteigende Zustandsänderung aus Aktivität zu Latenz gegenüber (II. S. 636 bis 642).

malen konstant sind, jedoch im Anschluß an Fremdkreuzung **ohne** Zufuhr eines neuen bezüglichen Merkmales dennoch eine charakteristische Abänderung jener Merkmale, also neue Eigenschaften oder „Kreuzungsnova“ zutage treten lassen. Als Beispiel sei gleich genannt die Erzeugung violettblühender Hybriden bei Kreuzung einer bestimmten weißen Levkojenrasse mit einer beliebigen andern weißblühenden Levkojenrasse. Damit sei zugleich das Problem angedeutet, albinotische Rassen überhaupt auf Kryptomerie, d. h. auf Latenz der Pigmentmerkmale, zu untersuchen. Diese Kreuzungsnova sind entweder wirkliche Neuheiten, also primäre progressive Mutationen. Zum Unterschiede von den Spontanmutationen (de Vries) seien sie Hybridmutationen[1]) genannt. Die Fragen nach der relativen Häufigkeit von Hybridmutationen gegenüber den Spontanmutationen, nach der völligen Gleichheit oder einer gewissen Verschiedenheit beider, müssen noch offen bleiben[2]).

Oder aber die Kreuzungsnova sind bloße Remanifestationen voreltericher Mermale, also sekundäre Mutationen, Degressionen oder einfache Atavismen. Zum Unterschiede von Spontanatavismen seien sie als Hybridatavismen bezeichnet. Während beide Eltern oder wenigstens ein Elter von Mutanten als kryptomer im engern Sinne erscheint, sind die Mutanten selbst, seien sie spontan aufgetreten oder durch hybride Kreuzung ausgelöst worden, auf Kryptomerie im zweiten Sinne zu prüfen[3]).

---

[1]) Die Bezeichnung „Bastardmutationen“ (Über gesetzmäßige Gestaltungsweise der Mischlinge. — Z. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. 1902. p. 860) oder Hybridmutationen für die Gigas-, Nanella-, Repens-Formen, welche in der II. Generation meiner Bastarde von *Phaseolus vulgaris* und *Ph. multiflorus* auftraten, behalte ich nicht bei. Diese auch in der III. Bastardgeneration als Deszendenten der gewöhnlichen Bastarde wiedergekehrten Formen erwiesen sich nämlich als bei Inzucht nicht konstant; sie lieferten eine ungleichförmige Nachkommenschaft, unter der eventuell die Elternform sogar fehlte.

[2]) De Vries sagt in seiner Zusammenstellung von Beispielen für Grenzüberschreitungen bei Bastarden: Wirklich neue Eigenschaften treten an Bastarden höchst selten auf (Bd. II. p. 15, p. 102). Nichts deutet darauf hin, daß das Mutationsvermögen etwa durch Kreuzung gesteigert würde. (p. 425, vgl. auch § 13. Die Hypothese von Kreuzungen in der Prämutationsperiode S. 538—541). De Vries selbst beschreibt Bd. II. p. 426 eine besondere Hybridmutante aus *Oenothera rubrinerva* und *nanella*.

Auch das vereinzelte Hervorgehen einer *Oenothera lata* aus der Kreuzung von *Oe. Lam.* (durch 8 Generationen reingezüchtet) und *Oe. nanella* (durch 5 Generationen reingezüchtet) sei hier angeführt (l. S. 206—207). Gärtner, Darwin, Focke betrachteten die bei Kreuzung zu beobachtenden anscheinend neuen Eigenschaften ausschließlich als Atavismen. De Vries stellt auch die Literaturangaben zusammen, welche das Auftreten solcher Merkmale an Bastarden betreffen, welche keine der beiden Elternformen aufwies, die aber andern Rassen derselben Art zukommen. (II. S. 45.)

[3]) Wenn weitere Beobachtungen die kryptomere Natur von Mutanten und die Auslösung von Atavismus bei solchen speziell durch Fremdkreuzung erweisen würden, wäre damit auch eine Erklärung angebahnt für die Beobachtung der Paläontologen, daß gewisse Pflanzenarten plötzlich zu verschwinden und verwandten Arten Platz zu machen scheinen, nach einem gewissen Intervall jedoch wiederkehren.

— Ein Gleiches gilt, nebenbei bemerkt, von den faux hybrides Millardet's. Ihre Prüfung mittelst Fremdkreuzung könnte entscheiden, ob sie Produkte einer sozusagen künstlichen Parthenogenesis bezw. Pseudogamie[1]) oder echte Bastarde, bezw. Kryptohybriden mit der Anlage zur Reproduktion der verschwundenen Merkmale des einen Elters sind.

Neben den Mutanten, speziell neben den Hybridmutanten bieten jedoch überhaupt alle Deszendenten aus einer hybriden Kreuzung, welche nur gewisse von den Merkmalen beider Elternformen manifestieren und bei Rasseninzucht bereits konstant bleiben, dasselbe Problem der Kryptomerie, und zwar der Anlage zum Atavismus dar. Das „konstante" Drittel der dominantmerkmaligen und die durchwegs „konstanten" rezessivmerkmaligen Kreuzungsdeszendenten (Mischlinge der 2. und jeder folgenden Generation) des Mendelschen Spaltungsschemas bedürfen also der Prüfung auf etwaige Latenz der übrigen Elternmerkmale. Es erhebt sich also die Alternative: Sind jene „in sich" konstanten Hybriddeszendenten wirklich als „**reine**" Formen im Sinne von Mendel, Bateson u. a. zu betrachten, oder sind sie (durchweg oder nur in gewissen Fällen) als einfache oder gewöhnliche „Kryptohybriden" anzusehen? (Kryptohybriden im weitern Sinne können auch die kryptomeren Hybridmutanten genannt werden). Die Hybridmutanten und die einfachen oder gewöhnlichen Hybriddeszendenten sind also auf Kryptohybridismus bezw. auf Atavismus zu prüfen. Als Prüfungsmittel kommt, wie gesagt, abgesehen von dem eventuellen Auffinden von Spontanatavismen, die willkürliche Auslösung von Hybridatavismen durch neuerliche Fremdkreuzung in Betracht. Im Falle des experimentellen Nachweises kryptohybrider Natur der Kreuzungsdeszendenten, sei es in größerem Umfange oder nur bei gewissen Rassen, bedürfte die Mendelsche Lehre in manchen Punkten einer nicht unbeträchtlichen Abänderung. Speziell gilt dies von der Mendelschen Vorstellung, daß die Summe der elterlichen Anlagen gleich einer Mosaik eine Spaltung oder Aufteilung an die Sexualzellen erfahre, so daß verschiedene einfachmerkmalige Arten von solchen resultieren und aus deren geschlechtlicher Vereinigung teils reine, teils hybride Deszendenten hervorgehen. Doch sei diese Alternative, eigentliche Disjunktion in der Nachkommenschaft der Hybriden (Mendel, Bateson) oder Kryptohybridismus mit all den Konsequenzen (z. B. bloßer „Prävalenz" je eines der beiden antagonistischen Merkmale in den einzelnen Sexualzellen), hier nur angedeutet, da meine einschlägigen Versuche an Erbsen, Bohnen, Getreidearten und Levkojen noch nicht umfangreich genug und nicht abgeschlossen sind.

[1]) Diese Ansicht vertritt speziell A. Giard. (C. R. de la soc. de Biol. 4 nov. 1899 und Volume jubilaire 1899. p. 654—657) sowie: Les faux hybrides de Millardet et leur interprétation. (C. R. de la soc. de Biol. 20 juin 1903.)

Diese erste Mitteilung soll sich im wesentlichen auf die Feststellung beschränken, daß gewisse vorhandene Rassen sich bei Fremdkreuzung als kryptomer erweisen. Es resultieren dabei Kreuzungsnova, welche in zahlreichen Fällen teils sicher, teils wahrscheinlich als vorelterliche Merkmale, als **Atavismen**, zu bezeichnen sind.

Es sei hier gleich bemerkt, daß die hier zu beschreibenden kryptomeren Rassen nicht immer eine völlige Unmerklichkeit oder Latenz der in Rede stehenden Merkmale zeigen. Vielmehr ist unter gewissen Umständen und speziell an einzelnen Individuen bereits eine schwache Andeutung der latenten Eigenschaften wahrzunehmen, z. B. leichte rosafarbene Tingierung beim Abblühen an der kryptomeren weißen Levkojenrasse, Vorkommen stellenweiser rötlicher Stengelfärbung bei einzelnen Individuen der mackellosen *Pisum arvense*-Rasse, Spuren violetter Punktierung an der Samenschale bei *Pisum arvense*-Rassen mit einfarbig schmutzig-brauner Samenschale. Man könnte also mit de Vries (I. p. 422 und II. p. 371) die fraglichen Merkmale als semilatent bezeichnen.

Auch bei Hybridmutanten, so bei der grannenlosen Gerste Rimpaus[1]) (eine Verlustmutante), und zwar nur bei der weißen, nicht so bei der schwarzen Form, kommen vereinzelt Individuen vor, welche eine Andeutung des stammelterlichen Merkmales aufweisen — nämlich nicht unerhebliche Ansätze von Grannen besonders im untern Ährendrittel. Versuche, das anscheinend latent bezw. semilatent vorhandene atavistische Merkmal in diesem Falle manifest zu machen, sind noch im Gange.

Speziell bei den geschilderten *P. arvense*-Formen erscheint von den an die typische *Arvense*-Form korrelativ verknüpften Merkmalen: Rotblüte, Mackel, Gelbbraunschale und Runzelform der Samen, das eine oder das andere fehlend oder durch eine anscheinend neue Eigenschaft, wie Rosablüte, Marmorierung der Samenschale, ersetzt. Diese Formen sind daher als „Korrelationsbrecher" zu bezeichnen. Durch die ausnahmslose Kryptomerie dieser Korrelationsbrecher bei *P. arvense* wird die Frage nahegelegt, ob nicht etwa die Korrelationsbrecher überhaupt die typischen Merkmale latent bezw. semilatent enthalten und sich bei der Fremdkreuzung als kryptomer erweisen würden. Dasselbe Problem ergibt sich überhaupt für alle Defektrassen oder Verlustvarietäten, so für die Formen mit Pigmentdefekt, speziell albinotischer, weißer Blüte, für die haarlosen oder unbewaffneten Rassen bei behaartem oder bewaffnetem Grundtypus. Beispiele dafür bietet bereits mein Nachweis latenter Pigmentanlage bei einer mackellosen *Arvense*-Rasse, ferner bei einer weißblütigen Levkojenrasse.

Es sei gleich das bisher gewonnene Material vorgeführt:

---

[1]) Kreuzungsprodukte landw. Kulturpflanzen. (Landw. Jahrbücher. 1891. S. 22. des S. A.)

Fälle von Kryptomerie bei *Pisum*[1]).

I. (Fall 1, 2, 3). Die bei Rasseninzucht konstant rosablühenden[2]) Svalöfer *Pisum arvense*-Rassen VI, VIII, IX ergaben bei Fremdkreuzung mit konstanten, weißblühenden *Sativum*-Rassen, speziell mit *Victoria* ohne Nabelfärbung, ferner mit *Victoria* mit violettem Nabel, mit einer klein-grünsamigen Svalöfer Sorte, in beiderlei Verbindungsweise durchweg rotblütige Hybriden I. Generation. (Solche resultieren auch bei Kreuzung der rosablühenden *Arvense*-Rassen VI und IX untereinander). In der durch Selbstbestäubung erzeugten II. Generation tritt Spaltung ein in rotblühende, rosablühende und weißblühende Individuen. Die III. Generation hat bisher die teilweise Konstanz der rot- und der rosablühenden und die völlige der weißblühenden Individuen erwiesen; sonst trat weitere Spaltung ein. Als Spaltungsverhältnis wurde bisher ermittelt: Rot: Rosa: Weiß = 239: 75 : 83 = 3 : 0,94 : 1,04, während theoretisch die Relation 3 : 1,0 : 1,3 berechnet wurde (vgl. unten). — In den rosablühenden *Arvense*-Rassen VI, VIII, IX ist somit das Merkmal „rote Blütenfarbe", welches man als typisches *Arvense*-Merkmal bezeichnen kann, latent vorhanden — sie erweisen sich bei Fremdkreuzung als kryptomer.

II. (Fall 1, 2, 3, 4). Die bei Rasseninzucht konstant rundsamigen Svalöfer *Arvense*-Rassen VI, VIII, IX, VII mit lichtgelbgrüner, fast farbloser, grünlichbrauner, gelblichgrüner Samenschale ergaben bei Fremdkreuzung mit konstanten, rundsamigen *Sativum*-Rassen, speziell mit *Victoria* ohne Nabelfärbung, mit *Victoria* mit violettem Nabel, ferner mit einer grünsamigen Svalöfer Rasse, in beiderlei Verbindungsweise durchweg rotblühende, runzelsamige Hybriden I. Generation mit dunkelbrauner Samenschale. (Solche resultieren auch bei Kreuzung der *Arvense*-Rassen VI und IX untereinander.) In der durch Selbstbestäubung erzeugten II. Generation tritt Spaltung ein in rotblühende runzelsamige, aber auch rotblühende rundsamige (Korrelationsbrecher!) — in rosablühende runzelsamige wie rundsamige und in weißblühende durchweg rundsamige Individuen. Das in der I. Generation ausnahmslos aufgetretene, in der II. Generation bei einem Teile wiedergekehrte und nach Ausweis der III. Generation nur bei einzelnen Individuen bereits konstante Merkmal: Runzelform der Samen (ebenso ist die Rundform nur z. T. konstant — bisheriges Ergebnis aller spaltenden Mischlinge II. Generation in der III. Generation rundsamig : runzelig = 181 : 96) ist dem *Arvense*-Typus eigentümlich, also atavistisch — die Rassen VI, VII, VIII, IX sind diesbezüglich kryptomer.

[1]) Vergl. meine Mitteilung über Korrelation zwischen vegetativen und sexualen Merkmalen an Erbsenmischlingen. (B. d. d. Bot. Ges. 1902. Heft 1) und (Zeitschrift für das landw. Versuchsw. in Öst.) Über die gesetzmäßige Gestaltungsweise der Mischlinge. 1902. Dort ist das Tatsächliche über einige dieser Fälle bereits mitgeteilt.

[2]) Siehe die Beschreibung derselben auf Tab. I p. 799 meiner letztzitierten Arbeit. Die *Arvense*-Sorten VIII und IX sind dort infolge irrtümlicher Angaben aus Svalöf als rotblühend angeführt.

III. Fall (1, 2, 3, 4). Die bei Rasseninzucht konstanten Svalöfer *Arvense*-Rassen VI, VII, VIII ohne violette Punktierung der Samenschale ergaben bei Fremdkreuzung mit konstanten *Sativum*-Rassen mit farbloser, nicht gezeichneter Samenschale, speziell mit *Victoria* ohne Nabelfärbung, sowie mit *Victoria* mit violettem Nabel, durchweg rotblühende, runzelsamige Hybriden I. Generation mit dunkelgelbbrauner, violettpunktierter Samenschale — jedoch nur, wenn die *Arvense*-Rasse den Pollen liefert, nicht aber wenn sie als Mutter fungiert. In der durch Selbstbestäubung erzeugten II. Generation tritt Spaltung ein in rot- (bezw. auch rosa-) und weißblühende Individuen. Von den ersteren zeigen die einen violettpunktierte Samenschalen und ergeben diesbezüglich durchweg (10 Mischlinge II. Generation in größerer Zahl von Samen geprüft) noch Spaltung in der III. Generation (62 punktierte, 40 nicht punktierte), die anderen aber nicht punktierte Samenschalen und erweisen sich diesbezüglich in der III. Generation durchweg (10 Mischlinge II. Generation in sehr großer Zahl von Samen geprüft) als bereits konstant. (In 1 Ausnahmefall war die Punktierung in der I. Generation schwach, in der II. und III. fehlte sie durchweg.) Die Hybriden aus einer nichtpunktierten *Arvense*-Mutter ließen auch in der II. und III. Generation eine Violettpunktierung nicht hervortreten. Die Rassen VI, VII, VIII erscheinen als kryptomer bezüglich dieses typischen *Arvense*-Merkmales.

IV. (Fall 3, 5). Die bei Rasseninzucht konstanten Svalöfer *Arvense*-Rassen IX, X mit braunmarmorierter, gelblichgrüner Samenschale ergeben bei Fremdkreuzung mit konstanten *Sativum*-Rassen mit farbloser, nicht gezeichneter Samenschale, speziell mit *Victoria* mit violettem Nabel, (aber auch mit der *Arvense*-Rasse VI mit gelblichgrüner Samenschale mit orange Anflug), durchweg Hybriden I. Generation mit braunmarmorierter, gelblichgrüner Samenschale (dominierendes Merkmal). In der durch Selbstbestäubung erzeugten II. Generation tritt Spaltung ein in marmoriertsamige Individuen, in solche mit gleichmäßig dunkelgelbbrauner Samenschale ohne Marmorierung, also dem Grundtypus *Arvense* gleichend (allerdings ohne violette Punktierung), und in weißblühende mit farbloser Samenschale — das bisher beobachtete Spaltungsverhältnis war 10 : 4 : 2 = 3 : 1,02 : 0,61 statt des erwarteten 3 : 1,0 : 1,3. In der III. Generation ergaben die marmoriertsamigen durchweg (fünf Mischlinge II. Gen. in großer Samenzahl geprüft) noch Spaltung (53 : 12 : 13) — die nicht marmorierten hingegen blieben bereits konstant (4 Mischlinge II. Gen. in sehr großer Samenzahl geprüft). Die Rassen IX, X enthalten somit das atavistische *Arvense*-Merkmal: dunkelgelbbraune, nicht marmorierte Samenschale latent und lassen es bei Fremdkreuzung erst in der II. Generation als „mitdominierend“ hervortreten.

V. (Fall 6). Die bei Rasseninzucht konstante Svalöfer *Arrense*-Rasse IV ohne violetten Mackel in den Blattachseln erzeugt bei Fremdkreuzung mit konstanten, durchwegs mackelfreien *Sativum*-Rassen, speziell mit *Victoria* ohne Nabelfärbung, mit violettgenabelter *Victoria*, mit weißer *Emerald* in beiderlei Verbindungsweisen, durchweg Hybriden I. Generation mit violetten Mackeln in den Blattachseln. Die Rasse IV ist also bezüglich dieses typischen *Arrense*-Merkmales kryptomer.

B. Fälle von Kryptomerie bei *Phaseolus*.

I. (Fall 7). Die bei Rasseninzucht konstante Buschbohne *Non plus ultra* (Beschreibung in „Weitere Beiträge über Verschiedenwertigkeit der Merkmale bei Erbsen und Bohnen" (Zeitschr. f. d. landw. V. in Öst. 1901. p. 707) mit gleichmäßig lichtbrauner Samenschale, einem inneren dunkelbraunen und äußeren violetten Nabelring liefert bei Fremdkreuzung mit konstanten *Phaseolus vulgaris*-Rassen mit weißer Samenschale ohne Nabelring, speziell mit Wachsschwert, weißer Ilsenburger, Chevrier, in beiderlei Verbindungsweise durchweg Hybriden I. Generation mit gelblicher, braungrün bis schwarz marmorierter Samenschale. In der durch Selbstbestäubung erzeugten II. Generation tritt Spaltung ein nach folgenden Verhältnissen:

pigmentiert : weiß = 166 : 50 = 3,3 : 1,
starkpigmentiert : schwachpigmentiert = 113 : 53 = 2,1 : 1,
marmoriert : gleichmäßig pigmentiert = 85 : 81 = 1 : 1,
marmoriert wie I. Gen. : anders marmoriert = 42 : 43 = 1 : 1.

Diese Zahlen, folgen augenscheinlich nachstehendem Schema:

pigmentiert : weiß
3 : 1
(stark pigm. : schwach pigm. = 2 : 1)
marmoriert : gleichmäßig pigmentiert
1 : 1
marmor. wie I. Gen. : anders marmor.
1 : 1

Durch Prüfung auch der III. Generation wurde folgendes Vererbungsschema verifiziert:

I. Generation braungrün marmoriert auf gelblichem Grunde

II. Gen.	marmoriert wie I. Gen.	:	anders marmoriert	:	gleichmäßig pigmentiert	:	weiß
	3	:	3	:	6	:	4
III. Gen.	Aufspaltung wie i. d. II. Gen.		besonderes Verhalten (spät. zu beschreib.)		gleichm. pigment. : weiß 3 : 1		weiß

Die hier zu beobachtende Spaltungsweise 1 : 1 (marmoriert : gleichmäßig pigmentiert, marmoriert wie I. Gen.: anders

marmoriert) läßt — im Gegensatze zu der Mendelschen Relation 3 : 1 (z. B. pigmentiert : weiß) — darauf schließen, daß die beiden antagonistischen Merkmale einer gesetzmäßigen Verschiedenwertigkeit entbehren und daher alternierend an der gleichen Zahl von Individuen zur Ausprägung gelangen. Dieses m. W. bisher noch nicht beobachtete Verhalten illustriert deutlich die Unabhängigkeit der Dominanzregel von der Spaltungsregel nach Mendel. Trotz Prüfung von sehr vielen Trägern des Marmorierungsnovums II. Generation (der I. Generat. gleichend) wurde keiner aufgefunden, der eine gleichmäßige III. Generation geliefert hätte, also bereits konstant gewesen wäre.

Die Rasse *Non plus ultra* hat sich also als kryptomer, d. h. im latenten Besitze eines vielleicht atavistischen Merkmalkomplexes erwiesen, der nach Manifestation durch Fremdkreuzung eine komplizierte Aufspaltung besonderer Art erfährt.

Ia. (Fall 8). Die bei Rasseninzucht konstante Buschbohne Wachsdattel (Beschreibung l. c. p. 706) mit gleichmäßig lichtgelbbrauner Samenschale, einem inneren braunen und einem äußeren violetten Nabelring liefert bei Fremdkreuzung mit konstanten Rassen mit weißer Samenschale ohne Nabelring, speziell mit Mettes Schlachtschwert sowie mit *Cherrier*, durchweg Hybriden I. Generation mit gelblicher, braungrün bis schwarz marmorierter Samenschale. Das Verhalten ist also ein analoges wie bei *Non plus ultra.* Die Spaltungsverhältnisse lauten:

pigmentiert : weiß = 42 : 13 = 3.2 : 1
marmoriert : gleichmäßig pigmentiert = 29 : 13
marmoriert : anders wie in I. Gen. marmoriert = 17 : 29.

Der in der kryptomeren Rasse Wachsdattel latente, vielleicht atavistische Merkmalskomplex ist vermutlich derselbe wie in der kryptomeren Rasse *Non plus ultra.* Bei beiden kann der äußere violette Nabelring als Anzeichen dieser latenten Anlage betrachtet werden. Alle Rassen von *Phaseolus vulgaris*, welche einen violetten Nabelring tragen, erscheinen mir in der angedeuteten Richtung auf Kryptomerie verdächtig.

II. (Fall 9). Die bei Rasseninzucht konstante Casseler mit gleichmäßig braunvioletter Samenschale liefert bei Fremdkreuzung mit einer konstanten Rasse mit weißer Samenschale, z. B. der grünlich-weißschaligen *Cherrier*, durchweg Hybriden I. Generation, deren Samenschalen auf gelbgrünem Untergrund schwarz marmoriert sind. Die erstgenannte Rasse erscheint bezüglich des Merkmales Marmorierung kryptomer.

III. (Fall 10). Die bei Rasseninzucht konstante Buschbohne Hundert für Eine (Beschreibung l. c. p. 707) mit lichtbraungelber Samenschale liefert bei Fremdkreuzung mit konstanten weiß-

schaligen Rassen, z. B. Mettes Schlachtschwert, durchweg Hybriden I. Generation mit kaffeebrauner Samenschale (bedeutend dunkler als Hundert für Eine). In der II. Generation tritt Spaltung ein nach folgenden Verhältnissen:

pigmentiert : weiß = 35 : 13 = 2,7 : 1,
kaffeebraun : lichtbraun gelb = 27 : 8 = 3,4 : 1.
wie I. Gen.

Das Novum kaffeebraune Pigmentierung der Samenschale erscheint als selbständiges Merkmal, nicht als bloße Verstärkung der Eigenschaft des einen Elters, wie ich früher meinte — vereint mit diesem über das Weiß, für sich aber auch über das Lichtgelb dominierend. Die Rasse Hundert für Eine erweist sich diesbezüglich als kryptomer.

IV. (Fall 11). Die bei Rasseninzucht konstante Bohnenrasse Schwarzer Neger mit gleichmäßig schwarzer Samenschale liefert bei Fremdkreuzung mit der sub III. genannten braungelbschaligen Rasse Hundert für Eine Hybriden I. Generation, deren Samenschale auf graugelbem Untergrund schwarz marmoriert ist. In der II. Generation resultierten Individuen mit marmorierter und solche mit gleichmäßig pigmentierter Samenschale im Verhältnisse von 48 : 40, also annähernd 1 : 1. Die Rasse Schwarze Neger erscheint bezüglich des Merkmales Marmorierung kryptomer.

V. (Fall 12). Im Gegensatze zu den bisherigen Fällen, welche die Erzeugung von Kreuzungsnova bezw. Atavismen an Mischlingen verschiedener Rassen illustrieren, betrifft die nachstehende Beobachtung einen Bastard zwischen den Linnéschen Arten *Phaseolus vulgaris* ♀ und *Ph. multiflorus* ♂. Es lieferte nämlich die konstante Rasse Hundert für Eine von *Ph. vulgaris* mit der konstanten Rasse zweifarbige Prunkbohne von *Ph. multiflorus* einen Bastard I. Generation mit dunkelviolettpigmentierten Hülsen, obwohl beide Elternformen einfarbig grüne Hülsen besaßen. Die naheliegende Vermutung, daß die Rasse von *Ph. multiflorus* die Anlage für dieses Novum enthielt, bedarf noch der näheren Prüfung.

C. Fälle von Kryptomerie bei *Matthiola*.

Unter den zahlreichen von mir zu Kreuzungen benutzten Levkojenrassen ist zwar schon bei der blutroten *M. incana*, welche mit der weißen *M. glabra* Hybriden mit der gleich später zu schildernden komplizierten Spaltungsweise von der II. Generation ab ergab, Kryptomerie bezüglich gewisser Farbenkomponenten recht wahrscheinlich. Deutlicher ist jedoch dieser Charakter bei einer weißen, behaarten, spätblühenden Levkojenrasse, welche bei Rasseninzucht konstant ist, bei Fremdkreuzung jedoch die latente Anlage zu Lilapigmentierung verrät. Eine Andeutung hiefür könnte man in der sehr zart rosalila Tingierung der sonst weißen Blüten im Abblühen sehen.

Diese Rasse **(Fall 13)** ergibt schon mit einer konstanten gelben, behaarten, frühblühenden Rasse in beiderlei Verbindungsweise Mehrgestaltigkeit oder Pleiotypie (de Vries) in der I. Generation, indem neben einer Überzahl apfelblütenfarbene, frühblühende einzelne dunkelrosafarbene, spätblühende Hybriden (2 gegen 16, 1 gegen 11) zur Beobachtung kommen — ebenso Pleiotypie mit einer roten, behaarten, frühblühenden Rasse, nämlich 6 dunkelrosa zum Teil rotgefleckte, spätblühende gegen 3 apfelblütenfarbene, frühblühende Hybriden. In der II. Generation Spaltung der dunkelrosafarbenen in dunkelrosa und weiß, der apfelblütenfarbenen in weiß, rosaweiß, rosa, gelbrosa, gelb — 40, 123, 20, 62, 46[1]). Am sichersten zeigt sich jedoch die kryptomere Natur der genannten Rasse bei Kreuzung mit einer anderen konstanten, weißen, glatten, frühblühenden Rasse. Aus beiderlei Verbindungsweise resultierten durchwegs hellilafarbene, spätblühende Hybriden I. Generation. Allerdings ist die kryptomere Natur auch der 2. Elternsorte nicht sicher auszuschließen.

D. Fälle von Kryptomerie bei *Hordeum*.

I. (Fall 14). Die bei Rasseninzucht konstante zweizeilige, begrannte Rasse *Hordeum distichum zeocrithum* lieferte bei Kreuzung mit der vierzeiligen, kapuzentragenden Rasse *H. tetrastichum trifurcatum,* welche ebenfalls bei Rasseninzucht konstant ist, zweizeilige begrannte Hybriden. Bei der Spaltung erhielt zuerst Rimpau[2]) neben einer Mehrzahl von zweizeiligen und einer Minderzahl von vierzeiligen auch einige sechszeilige Typen, welche bereits samenbeständig blieben. Ebenso erzog ich bei der fortdauernden Spaltung in der III. Generation aus zwei- und vierzeiligen begrannten unter anderen auch einzelne sechszeilige, aus zweizeiligen kapuzentragenden Individuen II. Generation auch einzelne sechszeilige Kapuzenträger und begrannte. Diese Kreuzungsnova erwiesen sich als bereits konstant. Ob hier, wie ich vermute, die zweizeilige Pfauengerste *(H. zeocrithum)* die Anlage zu diesem Kreuzungsnovum enthält, also kryptomer ist, müssen erst die weiteren Versuche lehren. Rimpau[2]) betrachtete das Auftreten der sechszeiligen Form als Atavismus.

II. (Fall 15, 16). Eine relativ geringe Anzahl vierzeiliger Individuen resultierte als Kreuzungsnova in der II. Generation aus folgenden Verbindungen einer zwei- und einer sechszeiligen Rasse:

---

[1]) Meine bereits mitgeteilte Beobachtung, (Zeitschr. f. d. landw. V. in Öst. November 1902. p. 1382. Der gegenwärtige Stand der Mendelschen Lehre) daß aus der *Matthiola*-Kreuzung weiß×gelb als Kreuzungsnovum apfelblütenfarben bezw. dunkelrosa resultiert, hat bald darauf (Jänner 1903) ein Gegenstück gefunden durch die Kreuzungsergebnisse von Correns (B. d. d. Bot. Ges. XX. Heft 10. S. 594—608) an *Mirabilis*-Sippen, bei denen Weiß×heller bezw. dunkler Gelb durchweg heller bezw. dunkler Rot ergab.

[2]) Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1892. S. 99.

a) *Hordeum distichum deficiens* ♀ × *H. tetrastichum macrotherum* ♂

I. Generation: durchweg zweizeilige Hybriden.

II. Generation: 12 zweizeilige, 2 sechszeilige und 5 vierzeilige.

b) *Hordeum hexastichum brachycerum* × *H. distichum Steudelii.*

I. Generation: durchweg zweizeilige Hybriden.

II. Generation: 9 zweizeilige, — sechszeilige und 2 vierzeilige.

Die vierzeiligen, ebenso die sechszeiligen Nova erwiesen sich in der III. Generation so gut wie konstant, nur ab und zu wurde noch ein sechszeiliger, bezw. vierzeiliger Descendent gefunden. Auch in diesen Fällen ist es noch zweifelhaft, welche der beiden Elternrassen als kryptomer zu bezeichnen ist.

III. (Fall 17). Schließlich sei auch das von Rimpau[1], bez. Körnicke und Liebscher[2] erhaltene, von mir nachgebaute und zur Weiterkreuzung verwendete Kreuzungsnovum — die grannenlose Gerstenrasse — angeführt. Dieselbe entstammt folgender Verbindung:

Steudels Gerste ♀	×	Gabelgerste ♂
schwarz, zweizeilig		weiß, vierzeilig
begrannt, bespelzt		Kapuze, nackt.

In der III. (vermutlich auch in der II.) Generation wurden einzelne grannen- und kapuzenlose Individuen erhalten, welche bezüglich dieses Merkmales bereits völlig konstant blieben — neben typisch zweizeiligen Formen wurden einzelne scheinbare Übergänge zu Vierzeiligkeit (einzelne fruchtbare Seitenährchen) beobachtet, die schwarzen brachten noch einzelne weiße, die weißen nurmehr weiße hervor. Welche der beiden Elternrassen die durch die Fremdkreuzung aktivierte Anlage besaß, bleibt zweifelhaft. Bedeutsam ist es, daß der Verlustcharakter jener retrogressiven Hybridmutante bei Verwendung zu weiteren Kreuzungen in beiderlei Verbindungsweise dominiert gegenüber Granne wie Kapuze, wie dies meine Kreuzungen mit *H. distichum Steudelii* (Stammmutterrasse) und *H. distichum pallidum*, sowie mit *H. distichum trifurcatum* und *H. tetrastichum trifurcatum* gelehrt haben.

Bei der Mehrzahl der oben geschilderten kryptomeren *Arvense-*, *Phaseolus-* und *Matthiola*-Formen treten die latenten, anscheinend atavistischen Merkmale im Anschlusse an

[1] Kreuzungsprodukte landwirtschaftl. Kulturpflanzen. (Landw. Jahrb. 1891. S. 21—24.)

[2] Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften (Bd. XXIII. 1889. Seite 215.)

Fremdkreuzung hervor in gesetzmäßig verschiedener Wertigkeit relativ zu dem konkurrierenden, manifesten Elternmerkmale, bezw. den Elternmerkmalen, und zwar als dominierend nach dem Mendelschen Schema. Die durchweg atavistische erste Hybrid-Generation erzeugt nämlich bei Inzucht eine pleomorphe Nachkommenschaft. Die Zahlenverhältnisse, in denen von der II. Generation ab die Spaltung in Atavisten und Träger der Elternform, bezw. in Atavisten, Träger der einen und Träger der anderen Elternform, erfolgt, scheinen ganz gesetzmäßige zu sein und sich der Mendelschen Proportion 3 : 1 anzuschließen. Im Falle von Konkurrenz bloß zweier Merkmale scheint das Spaltungsverhältnis einfach 3 : 1 zu lauten, mit bloß teilweiser Konstanz der Atavisten und völliger Beständigkeit der elterngleichen Deszendenten. Im Falle der Konkurrenz dreier Merkmale ergibt sich ein komplizierteres Verhalten, nämlich das Spaltungsverhältnis Atavisten : Elternform I : Elternform II = 9 : 3 : 4. Die Elternform I ist dabei sozusagen rezessiv gegenüber der in der ersten Generation ausschließlich vorkommenden Atavisten-Form. In der zweiten Generation tritt Spaltung ein nach dem Verhältnis Atavisten : Elternform I = 3 : 1. Die Summe dieser beiden verhält sich andererseits wieder wie 3 : 1 zu den Vertretern der Elternform II. Dieses Verhalten der Elternform I mag **„mitdominierend“** genannt werden. Den weiteren Generationen zufolge erscheint die dominierende Atavistenform und die mitdominierende Elternform I nur zum Teil konstant (Ausnahme: punktierte Samenschale — durchweg spaltend, nicht punktierte Samenschale — durchweg konstant), die rein rezessive Elternform II durchweg samenbeständig. Es ergibt sich also folgendes Schema:

a (Elternform I) z. B. rosa   b (Elternform II) z. B. weiß

I. Generation: c (Atavistenform) z. B. rot

II. Generation: c : a = 3 : 1
(c + a) : b = (9 + 3) : 4 = 12 : 4 = 3 : 1
c : a : b = 9 : 3 : 4
c : a : b = 3 : 1 : 1.3

III. Generat.:
c,a,b   c,a,b   b

Dementsprechend ergibt die durchweg atavistische, rotblütige erste Generation der *Arrense*-Hybriden rosa × weiß an Deszendenten rot : rosa : weiß = 239 : 75 : 83 = 3 : 0.94 : 1.04 — zu erwarten wäre 239 : 79.7 : 103.6 = 3 : 1,0 : 1,3.

Bei einer Minderzahl der oben geschilderten Fälle, nämlich bei den 3 *Arrense*-Rassen mit marmorierter Samenschale, tritt das latente Merkmal erst von der zweiten Generation ab

hervor, und zwar an einer Minderzahl von Individuen und bleibt durchweg konstant. Das hierbei auftretende Kreuzungs-Novum „einfach gelbbraune Samenschale“ ist wohl gleichfalls als ein atavistisches Merkmal aufzufassen und zeigt ganz gesetzmäßige Wertigkeit. Es verhält sich zwar nicht wie ein rezessives Merkmal nach dem Mendelschen Schema, wohl aber als ein „mitdominierendes“ nach der früher gegebenen Definition. In dem von der Relation 3 : 1 abgeleiteten Verhältnisse 9 : 3 : 4 = 3 : 1 : 1,3 nimmt es die zweite Stelle ein, also Elternform I : Atavistenform : Elternform II = 3 : 1 : 1,3. In den früher beschriebenen Fällen von drei konkurrierenden Merkmalen kam diese Stelle der Elternform I beispielsweise der Rosablüte zu. Während von den rot- und rosablütigen, sowie von den rund- und runzelsamigen Mischlingen II. Generation sich die einen Individuen als konstant erwiesen, die anderen noch weiter spalteten, zeigten sich die marmoriertsamigen Mischlinge II. Generation ebenso wie die punktiertsamigen als durchweg spaltend, die nicht marmorierten ebenso wie die nicht punktierten hingegen als durchweg konstant.

Durch die vorstehenden Beobachtungen ist es erwiesen, daß es gewisse Rassen gibt, welche im Anschlusse an Fremdkreuzung einen gesetzmäßigen oder regulären Hybrid-Atavismus zeigen, wobei die latenten, atavistischen Merkmale sowohl als einfach dominierend nach dem Mendelschen Schema wie als mitdominierend hervortreten können. Ob es auch Fälle von regulärem Hybridatavismus gibt, in denen das vorelterliche Merkmal die Rolle eines rezessiven (oder „mitrezessiven“) Merkmales nach dem Mendelschen Schema zeigt, d. h. erst in der zweiten Generation nach dem Verhältnis 1 : 3 hervortritt und durchweg konstant bleibt, muß ich zunächst dahin gestellt lassen. Auch die allgemeine Frage, ob jene Deszendenten aus der Kreuzung einer kryptomeren Rasse mit einer „fremden“, welche der kryptomeren Elternform gleichen und bei Inzucht bereits konstant sind, — z. B. die konstanten rosablühenden Mischlinge — selbst noch kryptomere Natur besitzen, vermag ich heute noch nicht zu entscheiden. Ebenso ist es noch Gegenstand der Untersuchung, ob die bei Selbstbefruchtung konstanten Atavisten die elterlichen Merkmale — z. B. die konstanten rotblühenden Mischlinge die Merkmale rosa und weiß — latent enthalten (vgl. de Vries II. S. 561, 587).

Es erscheint mir nicht uninteressant, daß in gewissen Fällen auch das Geschlecht des sogenannten Überträgers oder die Verbindungsweise der kryptomeren und der „fremden“ Rasse die Auslösung des latenten atavistischen Merkmales mitbeeinflußt. So läßt der Pollen von *Arvense*-Rassen ohne violette Punktierung der Samenschale dieses atavistische Merkmal an allen mit *P. sativum* erzeugten Hybriden der I. und an einem Teile der II. und III. Generation hervortreten. Das atavistische Merkmal war dominierend nach dem Mendelschen Schema. (In

einem Falle von sehr schwacher Punktierung in der I. Generation ergab die II. Generation nur fünf nichtpunktierte Individuen). In den reziproken Fällen, in welchen die *Arvense*-Rassen Mutter waren, also die Eizellen lieferten, trat keine Auslösung des atavistischen Merkmals ein — weder in der I. noch in den folgenden Generationen.

Bezüglich dieses regulären Hybrid-Atavismus ergibt sich sofort die Frage, ob die bisher latenten stammelterlichen Merkmale in derselben Wertigkeit relativ zu den konkurrierenden Merkmalen der kryptomeren Elternform wiederkehren, welche sie als manifeste an der Stammform selbst gegenüber den Merkmalen der kryptomeren Elternform besitzen. Des weiteren entsteht das Problem, ob die eben wiedergekehrten atavistischen Merkmale gegenüber den Merkmalen fremder Formen, nämlich gegenüber den konkurrierenden Merkmalen der auslösenden „fremden" Elternform und im Falle neuerlicher Fremdkreuzung gegenüber den konkurrierenden Merkmalen einer anderen fremden Form, die gleiche Wertigkeit zeigen, wie sie denselben Merkmalen im manifesten Zustande an der Stammform zukommt. Auf diese Fragen, welche den eventuellen Einfluß der Latenz auf die Wertigkeit der Merkmale betreffen, gibt mein bisheriges Material nur fragmentarische Auskunft. Bei Prüfung der kryptomeren *Arvense*-Rassen erschienen die vermutlich stammelterlichen Merkmale: rote Blüte, roter Mackel in den Blattachseln, dunkelgelbbraune Pigmentierung und violette Punktierung der Samenschale, Runzelform der Samen als dominierend gegenüber den Merkmalen der kryptomeren Elternrasse und der als zweiter Elter benutzten „fremden" Rasse — also in derselben Wertigkeit, welche im manifesten Zustande an der Stammform gilt. Anderseits verhält sich jedoch das atavistische Merkmal „einfach dunkelgelbbraune Samenschale" bloß mitdominierend bei Fremdkreuzung der marmoriert-samigen *Arvense*-Rassen.

Neben dem erörterten nach Wertigkeit und Spaltungsverhältnis regulären Hybrid-Atavismus ist meinens Erachtens das Vorkommen eines irregulären oder wenigstens zunächst irregulär erscheinendem Hybrid-Atavismus[1]) sowie irregulärer Manifestationen der Kryptomerie und des Kryptohybridismus überhaupt sehr wahrscheinlich. Ein Beispiel solcher Irregularität, speziell Mehrgestaltigkeit oder Pleiotypie (de Vries) schon in der ersten Mischlingsgeneration durch Auftreten von Atavisten stellt eine meiner Levkojenkreuzungen dar. (Eine weißblühende Rasse gab mit einer gelben neben einer Mehrzahl apfelblütiger einzelne dunkelrosafarbene Hybriden.) — Vermutlich werden mancherlei sogenannte Ausnahmen, welche sich auf dem durch Mendel eröffneten Forschungsgebiete bereits ergeben haben, nach dieser Richtung hin eine Erklärung finden. Eigene Erfahrungen sowie mancherlei Belege in der Literatur sprechen

[1]) Vgl. A. Peter in Englers Jahrb. Bd. V. S. 225 und de Vries. I. S. 258, 362, 426, 482—489. II. S. 42—46. S. 533—538, 559—568.

bereits dafür. — Darüber, in welchem Ausmaße es durch das Mittel der Fremdkreuzung gelingen dürfte, bereits konstante Kreuzungsdeszendenten doch als Kryptohybriden zu erweisen — darüber, in welchem Umfange überhaupt statt der von Mendel angenommenen reinen Aufspaltung der Hybriden bloße Latenz bei Inzucht, also bloßer Kryptohybridismus vorkommt, will ich mir heute noch kein Urteil erlauben. — Vielleicht werden sich auch noch andere Faktoren neben der zunächst benutzten Fremdkreuzung ergeben, um die latenten Anlagen kryptomerer, speziell kryptohybrider Formen an das Tageslicht zu bringen. Eine solche Prüfung, speziell derjenigen Momente, denen man gewöhnlich einen begünstigenden Einfluß auf Atavismus zuschreibt[1]) habe ich bereits in Angriff genommen.

Die drei Fälle von Kryptomerie an der Gerste seien gesondert besprochen. Die aus einer zwei- und einer vierzeiligen Form hervorgegangene sechszeilige, desgleichen die aus einer zwei- und einer sechszeiligen Form erhaltene vierzeilige lassen sich schwerlich als Atavismen betrachten. Sie könnten eher — wenigstens das sechszeilige Novum — progressive Abänderungen (de Vries), Hybridmutationen im engeren Sinne darstellen. Ganz analoges Verhalten zeigt die oben an dritter Stelle angeführte und von mir weitergebaute grannenlose Gerste Rimpaus, welche nach de Vries allerdings als eine retrogressive Mutante zu betrachten ist. Ob sich das Auftreten dieser Formen einer bestimmten Regel fügt, ist fraglich. Sie erinnern durch ihr Erscheinen erst von der zweiten Generation ab und durch ihre sofortige Konstanz an das gesetzmäßige Verhalten der manifesten rezessiven Merkmale nach Mendel (das Vorkommen analoger Hybridatavismen ist fraglich). Die Kreuzungsnova sind dabei stets in der Minderzahl, aber auch die eine Elternform, so die sechszeilige, kann ganz auffallend zurücktreten, so daß das Novum die Rolle eines rezessiven, das Merkmal des einen Elter die Rolle eines dominierenden, das des anderen Elter hingegen die Rolle eines „mitrezessiven“ Merkmales spielen könnte. Die Prüfung dieser Nova selbst auf Kryptomerie ist erst in die Wege geleitet.

Bezüglich der Wertigkeit der durch Hybridmutationen aufgetretenen Merkmale sei nur bemerkt, daß das neue Merkmal „Grannenlosigkeit“ sich bei Fremdkreuzung als präpotent oder „anscheinend dominierend“ gegenüber Granne oder Kapuze erweist. Die Merkmale der vermutlichen Hybridmutanten: Vierzeiligkeit und Sechszeiligkeit unterliegen eben der Prüfung. An vorhandenen vier- oder sechszeiligen Rassen sind diese Merkmale als rezessiv gegenüber Zweizeiligkeit befunden worden. Über das Verhältnis von Wertigkeit und Alter der Merkmale werde ich später besondere Untersuchungen mitteilen. Hier genüge der Hinweis auf die eingehende, durch Beispiele illustrierte Warnung, welche ich gegen ein voreiliges und unbe-

---

[1]) Vgl. u. a. de Vries I. S. 44.

gründetes Vermengen der Wertigkeitsfrage und des Deszendenzproblemes erhoben habe[1]).

Die Verschiedenheit der elterlichen und der bei der Kreuzung neu aufgetretenen, bisher latenten Merkmale scheint in den geschilderten Fällen im allgemeinen eine diskontinuierliche zu sein. Speziell sind mir Verbindungsglieder von kontinuierlicher oder fluctuierender Variation zwischen meinen einzelnen *Arvense*-Rassen und zwischen der roten Blütenfarbe von *Pisum arvense* und der weißen von *Pisum sativum* nicht bekannt. Das zwischen rot und weiß stehende Merkmal rosa zeigt keine kontinuierliche Verbindung mit jenen beiden und verhält sich auch bei Kreuzung ganz wie ein selbständiges Merkmal. — Hier sei auch betont, daß die bei den obigen Kreuzungen erhaltenen Nova wirklich als besondere selbständige Eigenschaften, als Manifestationen latenter Merkmale — seien sie mutative oder atavistische Abänderungen — aufzufassen sind, nicht etwa bloß als Verstärkungen gewisser manifester elterlicher Merkmale. Zu einer solchen Deutung könnte auch der Umstand verführen, daß, wie oben gesagt, die Latenz nicht immer eine absolute oder ideale ist, vielmehr vereinzelte Andeutungen der latenten Merkmale, also Anzeichen von Semilatenz (de Vries) vorkommen. Doch ist zu bemerken, daß sich die zweifellosen „Verstärkungen" elterlicher Merkmale von Hybriden — z. B. die Steigerung der Purpurproduktion in den Blättern, an Stengeln, Hülsen und Samenschalen, ebenso die Steigerung der Grünpigmentierung des Speichergewebes bei gewissen meiner Erbsenhybriden, oder die Verstärkung der Merkmale hoch und niedrig — als der fluktuierenden Variation zugehörig erwiesen haben. Sie treten in ganz irregulären Zahlen auf, bleiben inkonstant, verhalten sich auch bei neuerlicher Kreuzung nicht wie besondere selbständige Merkmale gegenüber den nichtverstärkten Merkmalen. Hingegen zeichnet gerade dieses Verhalten als selbständige Merkmale die von mir beobachteten Kreuzungsnova aus, speziell die Fälle von regulärem Atavismus, in denen die stammelterlichen Merkmale gegenüber den elterlichen eine ganz gesetzmäßige Wertigkeit nach dem Mendelschen Schema aufweisen. So ist z. B. die rote Blütenfarbe gewisser *Arvense*-Hybriden nicht als bloße Verstärkung der elterlichen Rosa-Farbe, die Kaffeebraunfärbung der Samenschale gewisser Bohnenmischlinge nicht als bloße Steigerung der elterlichen Hellbraunfärbung anzusehen. — Nebenbei sei auch die Frage gestreift, ob nicht auch bei der komplizierten „Aufspaltung" gewisser Merkmale, speziell der Blütenfarbe, ein gleichzeitiges Manifestwerden gewisser latenter Anlagen, seien sie atavistisch

---

[2]) Über Züchtung neuer Getreiderassen mittelst künstlicher Kreuzung. (Z. f. d. landw. V. in Öst. 1901. S. 1037—1060.)

De Vries hat sich (Bd. II. S. 33—42. S. 145. 369—370) der Anschauung angeschlossen, daß die phylogenetisch älteren Eigenschaften präpotent seien, eine Regel, der nur einige Ausnahmen entgegenstünden.

oder mutativ, mitspielt. Ein solcher Fall könnte bei der von mir beobachteten komplizierten Aufspaltung der Blütenfarbe an Hybriden aus einer blutroten und einer weißen Levkojenrasse vorliegen. Die erste durchwegs violettblütige Generation (bei Aussaat der Samen nach dem als Durchschnittsertrag an Hybriden I. Generation ermittelten Verhältnisse Reinblau : Gelblichblau : Bläulichgelb : Gelb = 4 : 1 : 1 : 2, bezw. Bläulich : Reingelb = 3 : 1) hatte als II. Generation violette, aschviolette, rosafarbene, aschrosafarbene und weißblütige Deszendenten geliefert in den Verhältnissen: Pigmentiert (und rauhblättrig) : Weiß (und glattblättrig) = 2249 : 845 = 2,7 : 1[1]), Violettblütig : Rosablütig = 1324 : 325 = 4,1 : 1.

Reinviolett	:	Aschviolett	:	Reinrosa	:	Aschrosa	=
945	:	379	:	246	:	79	=
9	:	3,6	:	2,3	:	0,75	

Reinviolett : Aschviolett : = 945 : 379 = 2,5 : 1
Reinrosa : Aschrosa = 246 : 79 = 3,1 : 1.

(Eine einzelne Topfpflanze ergab bei Anbau aller Samen folgende Zahlen: Pigmentiert (behaart) : Weiß (glatt) = 332 : 91 = 3,6 : 1, R. V. : A. V. : R. R. : A. R. = 96 : 33 : 28 : 13 = 9 : 3,1 : 2,6 : 1,2). Bei diesen größern Zahlen des Versuchsjahres 1903, welche sich den kleineren Zahlen des Jahres 1902 (vgl. der gegenwärtige Stand der Mendelschen Lehre und die Arbeiten von Bateson, S. 1385) durchaus anschließen, ist die Annäherung an folgendes Schema noch vollkommener:

Pigmentiert : Weiß
3 : 1

Violett : Rosa
3 : 1

Reinviol. : Aschviol. Reinrosa : Aschrosa
3 : 1 3 : 1

also R V : A V : R R : A R = 9 : 3 : 3 : 1.

Ich habe schon aus den Beobachtungen des Jahres 1902 eine Zusammensetzung der Elternfarbe aus vier Komponenten abgeleitet, eine Aufspaltung und Kombinationsbildung aus 2 Paaren von antagonistischen Merkmalen. Diese 4 Elementarmerkmale brauchen jedoch in der pigmentierten Elternsorte nicht alle manifest oder aktiv zu sein, vielmehr ist Latenz einzelner in der blutroten Stammsorte wahrscheinlich, da unter den „reinrosafarbenen“ Spaltungsprodukten, welche weiterhin höchstens noch rosa, aschrosa und weiß ergeben und nach dem Schema höchstens noch die Anlagen b + c, d, B besitzen, sich auch solche Individuen finden, welche dem blutroten Stammelter fast ganz gleichen. (Anderseits ist allerdings auch die kryptomere

[1]) Die Merkmale pigmentiert und rauhblättrig, weißblütig und glattblättrig haben sich ausnahmslos als verkoppelt erwiesen. Die obigen Zahlen sind daher einfach nach dem Aussehen der Keimlinge aufgestellt. Die Anzahl der zur Blüte gelangten Individuen ist natürlich geringer.

Natur der weißen Elternsorte nicht ganz sicher auszuschließen!) Ich erschloß schon früher folgendes Schema:

A (a + b + c + d) B

I. Gen. Reinviolett
a + b (c, d, B rezessiv)

II. Gen.	Reinviolett	Aschviolett	Reinrosa	Aschrosa	
	a + b	a + d	b + c	c + d	
	(bei einem Teile noch c. d. B rezessiv)	(bei einem Teile noch c, B rezessiv)	(bei einem Teile noch d, B rezessiv)	(bei einem Teile noch B rezessiv)	:B.
	9 :	3 :	3 :	1	
	3				:1.

Ich machte daraufhin die Voraussage[1]) „die Reinvioletten müßten in der III. Generation noch alle 4 pigmentierten Formen geben und Weiße, die Aschvioletten nur Aschviolette, Aschrosa und Weiße, die Reinrosafarbenen Reinrosa, Aschrosa und Weiß, die Aschrosafarbenen nur Aschrosa und Weiß." In Wirklichkeit ergaben nun (1903) die reinvioletten Hybriden II. Generation einesteils (10 Pflanzen geprüft) ausschließlich blaue Samen, und damit eine violettblütige und aschviolette III. Generation (R V : A V = 143 : 47 = 3 : 1), andernteils (12 Pflanzen geprüft) Mischsamigkeit und damit violette, aschviolette, rosa, aschrosa und weiße Deszendenten III. Generation. Die aschvioletten Hybriden II. Generation produzierten einesteils (2 Pflanzen geprüft) ausschließlich blaue Samen und damit eine durchweg aschviolette III. Generation, andernteils (10 Pflanzen geprüft) Mischsamigkeit und damit aschviolette (neben 166 solchen 1 violettblühende Ausnahme), aschrosa und weiße Deszendenten III. Generation. Die reinrosafarbenen Hybriden II. Generation lieferten einesteils (4 Pflanzen geprüft) nur rosablütige, andernteils (5 Pflanzen geprüft) reinrosa, aschrosa und weiße Deszendenten III. Generation. Die aschrosablütigen Hybriden II. Generation lieferten (3 Pflanzen geprüft) aschrosa (neben 111 solchen 1 violette Ausnahme) und weiße Deszendenten III. Generation. Die weißblütigen Hybriden II. Generation produzierten eine ausschließlich weißblütige III. Generation. Für die Aufstellung des Verhältnisses der bereits konstant befundenen Hybriden II. Generation zu den sich weiter spaltenden sind meine Beobachtungen noch nicht zahlreich genug. Meine Voraussage hat sich somit völlig bestätigt; damit erscheint auch meine Annahme erhärtet, daß das Blütenmerkmal der blutroten *Matthiola incana* zusammengesetzt ist aus 4, zu 2 Paaren verbundenen Komponenten mit Mendelschem Verhalten[2]) — Schon hier

[1]) Der gegenwärtige Stand l. c. p. 1386.

[2]) Das Detail meiner Versuche, speziell auch über die Beziehung zwischen Samenfarbe und Blütenfarbe werde ich demnächst an einem anderen Orte (Z. f. d. landw. V. in Österreich) geben.

sei nebenbei erwähnt, daß trotz dieses Verhaltens gewisse der Kreuzungsdeszendenten bei Fremdkreuzung kryptohybride Natur verraten, also die nach dem strikten Schema bereits abgespaltenen Merkmale doch noch latent enthalten. So ergibt Kreuzung eines tiefrosa bezw. aschrosablühenden Mischlings II. Generation mit der konstanten weißen Stammelternrasse *M. glabra* durchweg violette bezw. aschviolette Deszendenten.

Die Herkunft der von mir als kryptomer erkannten Pflanzenformen ist leider unbekannt. Ich bin also zunächst auf Vermutungen angewiesen, bis es etwa in den schon begonnenen Versuchen gelingt, das Neuentstehen solcher Formen zu beobachten oder zu veranlassen. Nach dem oben Gesagten sowie angesichts der Konstanz einzelner Formen ist es mir nicht wahrscheinlich, daß dieselben durch Selektion aus Reihen kontinuierlicher Varianten gewonnen wurden, viel eher dürften die kryptomeren Formen, speziell die *Arvense*-Rassen als Neuheiten durch diskontinuierliche Abänderung mit sofortiger Konstanz — durch retrogressive bezw. degressive Mutation nach de Vries — aus dem Grundtypus des *Pisum arvense* hervorgegangen sein. Weniger wahrscheinlich ist es meines Erachtens, daß die manifesten wie latenten Merkmale jener Formen zusammen die Summe der manifesten Merkmale verschiedener Eltern darstellen, daß also jene Formen gewöhnliche, allerdings kryptomere Kreuzungsdeszendenten, einfache Kryptohybriden sind. Ich kenne wenigstens überhaupt keine rosablühenden, mackellosen, marmorierten, glattsamigen *Arvense*-Rassen, welche bei Fremdkreuzung **nicht** die geschilderten gesetzmäßigen Atavismen geben würden, welche also jene atypischen Merkmale rein enthalten würden, nicht zugleich kryptomer wären. — Für die Formen von *Phaseolus* und *Matthiola* kann ich allerdings dieses Argument nicht geltend machen. Es ist also deren einfach kryptohybride Natur nicht auszuschließen.

Es fehlt in der Literatur nicht an mancherlei Beobachtungen und Theorien, mit welchen das vorstehend Mitgeteilte engere oder weitere Beziehungen aufweist. Einige kurze Hinweise müssen hier genügen. So erhielt Godron[1]) aus der Kreuzung von *Datura Stramonium* × *D. Tatula* bei der Spaltung in der zweiten Generation sowohl beide Elternformen als auch die glattfrüchtigen Formen als „Kreuzungsnova." Desgleichen aus den violettblühenden *D. Tatula* und *D. Tatula* var. *inermis* auch weißblühende Deszendenten (= *D. Bertolonii* seu *D. Stramonium* var. *inermis*). Mindestens eine der Elternformen war also kryptomer.

[1]) Mém. Acad. de Stanislas. Nancy 1862. 1865. p. 330, 1872.

Der Fall stellt entweder eine retrogressive Hybridmutation oder einfachen Kryptohybridismus dar. Als Hybridatavismus erscheint hingegen die etwas ältere Beobachtung Naudins[1]), daß die beiden weißblühenden Formen *Datura laevis* und *D. ferox* (mit andeutungsweiser Pigmentproduktion an den hypokotylen Stengelgliedern) in beiderlei Verbindungsweise durchweg Bastarde mit braunroten Stengeln und blaßblauen Blüten liefern, ähnlich der *D. Tatula*.

Von gleicher Art sind wohl einige Beobachtungen von Saunders und Bateson[2]), nämlich die Erzeugung purpurblütiger Hybriden aus zwei verschiedenen weißblühenden Levkojenrassen (p. 40—47) und ein vereinzelter Fall von Produktion dunkelpigmentierter Hybriden aus zwei weißen Hühnerrassen (Exp. 24, p. 105). Bateson selbst führt als solche Fälle von „Reversion" (p. 147) an: Das Auftreten von Hybriden mit purpurner Blütenfahne und blauen Flügeln bei gewissen *Lathyrus*-Kreuzungen (hingegen wird das Auftreten der sog. Cupido-Formen, d. h. kriechender Zwergindividuen, als Hybridmutation aufgefaßt p. 140), die Produktion ganz behaarter Hybriden aus einem halbbehaarten Levkojenstamm und einer glatten Sorte, die Erzeugung grauer Hausmäuse aus Albinos und japanischen Mäusen[3]) — Fälle von Pleomorphie in der I. Mischlingsgeneration haben Trevor Clarke[4]) (1866) an Levkojen bezüglich des Merkmales: haarig-glatt, Bateson und Saunders gleichfalls an *Matthiola* bezüglich der Merkmale: Farbe der Kreuzungssamen, Blütenfarbe, Behaarung sowie an Hühnern bezüglich einfacher Kamm-Pfauenkamm und bezüglich Brutgeschäft beobachtet. Auf jene Angaben der genannten Autoren, welche sich auf einfachen Kryptohybridismus beziehen, werde ich bei anderer Gelegenheit eingehen.

Das reiche Beobachtungsmaterial, welches de Vries im II. Bd. seiner Mutationstheorie beibringt, enthält gleichfalls einige Fälle, welche unter dem Gesichtspunkte der Kryptomerie, der Hybridmutation und des Hybridatavismus spezielles Interesse gewinnen. Einerseits hat de Vries[5]) eine Anzahl von Spontanmutanten als bei Selbstbefruchtung konstant, bei Fremdkreuzung jedoch partiell atavisierend — also als kryptomer erwiesen.

Er erhielt nämlich bei jeder Kreuzung der neuentstandenen Formen: *Oenothera lata* × *O. brevistylis* (II. S. 435—442), ferner *O. lata* × *O. nanella*, ähnlich aus *O. scintillans* × *O. nanella*, *O. lata* oder *nanella* × *O. rubrinervis* (I. S. 246—247, II.

[1]) Annales des sciences naturelles. Sér. V. Tom. III. 1865. p. 155.

[2]) Report to the evolution committee. Report I. Rop. Soc. London 1902.

[3]) Vgl. die Beobachtung Darbishires über Pleiotypie in der I. Mischlingsgeneration. (Biometrika. Vol. II. Pt. 1. 1902. 101—104.)

[4]) Gardeners Chronicle. 2. Ed. Vol. II. p. 71 und Report of the Proceed. of the International Hortic. Exhibition and Botanical Congress. London 1866. p. 588.

[5]) Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XVIII. 1900. Heft 10. S. 435, ferner Mutationstheorie Bd. I. S. 211. Bd. II. S. 43, 399, 420—425.

S. 447—457), *O. lata* × *O. semilata* (I. S. 255) schon in der ersten Generation Trimorphie, d. h. neben den beiden Elternformen auch die stammelterliche Form *O. Lamarckiana* in einem wechselnden Prozentsatze. Diese Atavisten bleiben schon konstant, d. h. sie behielten die für *O. Lamarckiana* charakteristische Disposition zum Mutieren bei (I. S. 335). — De Vries bezeichnet (I. S. 504—505) geradezu jede Mutante als einen Bastard, entstanden durch Vereinigung einer mutierten und einer nichtmutierten Sexualzelle. Da nach de Vries in der Mutante die elterlichen Eigenschaften im latenten Zustande vorhanden sind, wäre bei Rückkreuzung mit der Elternform, welche dieselben Eigenschaften im aktiven Zustande enthält, ein Mendelsches Verhalten bezüglich **dieser** Merkmale zu erwarten[1]). Die in der Mutante aktiven, in der Elternform aber im mutabelen Zustande vorhandenen progressiven Merkmale ergeben hingegen kein solches Verhalten.

Anderseits beschreibt de Vries (II. S. 103—108, 611—616) 2 Formen unbekannter Herkunft: *O. cruciata varia* und *O. rubriennis*, welche bei Selbstbefruchtung konstant, bei einzelnen bestimmten Fremdkreuzungen jedoch Merkmale von andern *Oenothera*-Formen, speziell von *O. muricata* und *O. biennis* bezw. *Lamarckiana*, zutage treten lassen, und zwar durch Pleiotypie schon in der I. Generation an einer sehr unregelmäßig wechselnden Anzahl von Individuen. Er nimmt an, daß die genannten 2 Formen Bastarddeszendenten sind, und daß die aus der Latenz hervortretenden Merkmale atavistischer Herkunft seien. Nach de Vries sind also diese Kreuzungsergebnisse Fälle von unregelmäßigem Hybridatavismus, die beiden konstanten Bastardrassen *O. cruciata varia* und *O. rubriennis* einfache Kryptohybriden. De Vries schließt daraus, daß die Methode des Bastardierens in manchen Fällen zur Prüfung einer Rasse auf hybriden Ursprung benutzt werden kann. — Die Beobachtung, daß die aus *Antirrhinum majus* weiß rot erhaltene fleischfarbige und *Delila*-Bastardrasse zusammen ausnahmslos rotblühende Deszendenten ergaben, wird (II. S. 200—201, S. 206) als Wiederaufbau der ursprünglichen Farbe aus ihren Komponenten gedeutet, als ein gewissermaßen scheinbarer, künstlicher Bastardierungsatavismus.

De Vries hat ferner (II. 643—651, vgl. auch B. d. d. bot. G. 1903, S. 45—52) die Annahme einer sehr umfassenden Kryptomerie, nämlich des Enthaltenseins aller Varietäten einer Spezies ineinander, aufgestellt: Die Varietäten, einschließlich der sog. konstanten Rassen, zeigen den gleichen Besitz an elementaren Einheiten, welche sich nur in verschiedenem

[1]) Andernfalls wäre, wie bereits de Vries andeutet (B. d. d. bot. Ges. 1903. S. 51, II. S. 370), die Annahme möglich, daß in solchen Fällen von Mutation nicht bloß ein Latentwerden, sondern ein eigentlicher Verlust jener stammelterlichen Anlagen stattgefunden habe. — Correns (B. d. d. bot. G. 1903. S. 202—210) nimmt bei der retrogressiven Mutation eine Umänderung der Anlage an, nicht eine bloße Inaktivierung.

Zustande (von aktiv bis latent) befänden — die aufsteigende Zustandsänderung von latent zu aktiv ist degressive, die absteigende Zustandsänderung von aktiv zu latent ist retrogressive Variation, erfolge sie nun kontinuierlich oder diskontinuierlich. Ein sog. Merkmalspaar mit Mendelschem Verhalten bei Hybriderzeugung betrachtet der genannte Autor nicht oder nur sehr selten (vgl. über vikariierende Merkmalspaare II. S. 639) als ein wirkliches Paar elementarer Eigenschaften, sondern als eine einzige Anlage, welche beiderseits, allerdings in verschiedenen Zuständen, vorhanden ist (II. S. 373 u. 641). Aus einem typischen wie nicht typischen Mendelschen Kreuzungsergebnis folgert de Vries (spez. II. S. 373, 636—651, 657) Latenz oder Semilatenz der betreffenden Merkmale bei dem einen Elter, also kryptomere Natur desselben und gleichen Besitz an elementaren Einheiten bei beiden Eltern, also „bisexuelle" Kreuzung oder Vererbung und damit Artgleichheit und bloße degressive oder retrogressive Varietätsverschiedenheit der beiden zur Kreuzung benutzten Formen. Hingegen bedeute Nicht-Mendelsches Verhalten eines Merkmales bei der Hybriderzeugung Vorhandensein desselben bei nur einem Elter, also unisexuelle Kreuzung oder Vererbung, ungleichen Besitz an elementaren Einheiten, Artungleichheit oder progressive Verschiedenheit der beiden zur Kreuzung verwendeten Formen.

De Vries gibt allerdings selbst zu, daß das latente Vorhandensein der mendelnden Merkmale bei dem einen Elter, welche derselben anscheinend entbehrt — also dessen Betrachtung als einer nur äußerlichen, kryptomeren Verlustvarietät (I. S. 454, II. 369) noch keineswegs erwiesen ist (II. S. 642). Für die zweifellosen Defektrassen oder Verlustvarietäten betrachte ich das Problem der Kryptomerie, wie schon oben angedeutet, als aussichtsvoll. Für einzelne albinotische Formen, so bei *Matthiola*, ist der latente Besitz des Pigmentmerkmales sogar schon erwiesen. Allerdings führt das sonst vielfach bewährte Mittel der Fremdkreuzung nicht immer zu diesem Ziele. So haben die zahlreichen Kreuzungen von Mendel, sowie meine eigenen zwischen verschiedenen reinen Rassen von *Pisum sativum* (konstante *Sativum*-gleiche Kreuzungsdeszendenten aus *Sativum* × *Arvense* sind als eventuelle Kryptohybriden natürlich prinzipiell auszuschließen!) bisher keinen Hinweis auf ein latentes Vorhandensein der Mendelschen *Arvense*-Merkmale, z. B. Rotblüte, Mackel, gelbbraune Schale und Runzelung der Samen, bei *Pisum sativum* ergeben. — Anderseits hat allerdings Cuénot[1]) durch Kreuzungsversuche das latente Vorhanden der stammelterlichen Pigmentmerkmale, also die kryptomere Natur, bei gewissen albinotischen Mäusestämmen erwiesen, welche anscheinend bei Inzucht konstant waren. Je nach der Abkunft aus grauen, schwarzen, gelben Voreltern ergaben nämlich die Albinos, mit schwarzen Mäusen

[1]) L'hérédité de la pigmentation chez les souris. II. note. (Archiv. de zool. exp. et gén. 1903. Vol. I. Nr. 3. pag. 33—41.)

gekreuzt, durchweg graue, durchweg schwarze Hybriden I. Generation, bezw. Pleiotypie aus gelben und grauen oder schwarzen Hybriden. Die Albinos aus schwarzen und grauen Voreltern lieferten, miteinander gekreuzt, albinotische Deszendenten. Aus diesen Ergebnissen ziehe ich die Folgerung, daß in gewissen Fällen zwar nicht die Fremdkreuzung zwischen zwei des stammelterlichen Merkmales anscheinend entbehrenden Formen, wohl aber deren Kreuzung mit einer dritten Form, welche gewissermaßen ein Ersatzmerkmal trägt, die kryptomere Natur der ersten erweisen kann. — Auch die Versuche von Darbishire[1]), welcher aus gewöhnlichen albinotischen Mäusen und fast albinotischen japanischen Mäusen (mit schwachen hellbraunen Flecken und roten Augen — beide Stämme bei Inzucht konstant) graue Hybriden, mit 2 hellbraunen Ausnahmen, erhielt, sprechen für Kryptomerie der gewöhnlichen albinotischen Maus. Einen ähnlichen Hinweis gibt die Produktion grauer Hybriden aus grau- und weißgefleckten und albinotischen Mäusen (Haacke, von Guaita, Castle[2])). Aus der Produktion schwarzer oder gelber Hybriden nach Kreuzung von grauen und weißen Mäusen schließen Castle und Aller[3]), daß Kreuzung latente Merkmale bezw. Merkmalskomponenten in Aktivität und umgekehrt aktive in Latenz versetzen kann.

Jedenfalls muß in der verschiedensten Weise gesucht werden, die fraglichen latenten Eigenschaften ans Licht zu bringen und so den sog. äußern Formenkreis der einzelnen Art zu vervollständigen (vgl. Celakovský, Goebel, Heinricher, De Vries I. 429).

Aus meinen obigen Beobachtungen glaube ich zwar mit Sicherheit auf die Latenz oder Semilatenz der Mendelschen „Kreuzungsnova" bei der einen Elternform, z. B. den atypischen *Arvense*-Rassen, schließen zu können — nicht aber zugleich die noch weitergehende Latenz derselben Merkmale bei der andern Elternform, z. B. den *Sativum*-Rassen, begründen zu können. Allerdings schließt das Versuchsergebnis diese Möglichkeit auch nicht aus. Nach de Vries wäre also in meinen Fällen mit Mendelschem Verhalten voreltericher Merkmale Latenz bis Semilatenz auf der einen Seite, völlige Latenz auf der anderen Seite — also bisexuelle Kreuzung oder Vererbung anzunehmen. Also Latenz bis Semilatenz der Rotblüte in den rosablütigen *Arvense*-Rassen — völlige Latenz von Rot- und Rosablüte in den weißblühenden *Sativum*-Rassen. Die Rosablüte könnte gedeutet werden als Resultat einer einstigen Aufspaltung des Blütenmerkmales Rot, Manifestbleiben der Rosakomponente und Latent-

---

[1]) Second report on the results of crossing Japanese waltzing mice wit European albino races. (Biometrika. Vol. II. 1903. Part 2. pag. 165—173.)

[2]) Mendels law of heredity. (Proceed. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences. Vol. XXXVIII. 1903. p. 535.)

[3]) The heredity of albinism. (Proceed. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences. Vol. XXXVIII. 1903. Nr. 21. pag. 603—622.) — Bateson: The present state of knowledge of colour-heredity in mice and rats. (Proceed. of the Zoolog. Loc. of London. Vol. II. 1903. p. 71—99.)

werden der eigentlichen Rotkomponente (Partielle Retrogression). Diese Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen, wie meine Befunde mit den Anschauungen von de Vries zu vereinigen wären — zugleich aber auch, um zu betonen, daß diese Einordnungsweise sowie die angeführten bedeutsamen Thesen des genannten Autors noch sehr der weitern experimentellen Prüfung bedürfen.

Die vereinzelten Beobachtungen von de Vries, Bateson u. a., welche als Erscheinungen von einfachem Kryptohybridismus „konstanter" Mischlingsdeszendenten zu deuten sind oder wenigstens gedeutet werden können, sollen erst im Anschlusse an eine spätere Mitteilung, welche meine eigenen Versuche zu jener Frage betreffen wird, gewürdigt werden.

In theoretischer Hinsicht zeigen die mitgeteilten Beobachtungen und Anschauungen unverkennbar eine gewisse Beziehung zur Galton-Pearsonschen Lehre vom Ahnenerbe. Doch darf darüber nicht meine gleichzeitige Feststellung vergessen werden, daß auch die latenten atavistischen Merkmale mit einer selbständigen, und zwar dem Mendelschen Schema folgenden Wertigkeit auftreten. Für die in dem Galton-Pearsonschen Schema angenommene numerische Beteiligungsweise der einzelnen Ahnenformen an der „erblichen" Veranlagung bieten die oben mitgeteilten Tatsachen meines Erachtens keine Stütze.

Gewiß verhehle ich mir nicht, daß das im Vorstehenden gebotene Material noch mehrfach lückenhaft ist, und daß viele der berührten Fragen heute nur ungenügend zu beantworten sind. Doch glaubte ich, bei der gegenwärtig so reichen Bearbeitung der Kreuzungsprobleme mit dem bisher Gefundenen nicht länger zurückhalten zu sollen. Das Hauptgewicht lege ich dabei zunächst auf den Nachweis bestimmter Rassen bezw. Merkmale, welche gesetzmäßigen Atavismus, und zwar der Mendelschen Regel folgend, erkennen lassen, ein Befund, für welchen sich in der bisherigen Literatur noch kein Beispiel findet. Mit den Tatsachen und Fragen, auf welche ich aufmerksam machen wollte, eröffnet sich meines Erachtens ein weites Arbeitsgebiet, das reiche theoretische wie praktische Ausbeute verspricht und dessen Behandlung uns über die bloße Vervielfältigung und Ergänzung der klassischen Befunde Mendels nicht unbeträchtlich hinauszuführen verspricht.

Wien, im Oktober 1903.

Sur l'assimilation chlorophyllienne

par

Ch. Bernard
Docteur ès sciences.

Avec 2 figures en texte.

Historique[1]).

Malgré de très nombreuses recherches faites dans le courant du siècle dernier, la question du rôle physiologique de la chlorophylle est loin d'être résolue, et les botanistes discutent encore à ce sujet et travaillent toujours à élucider cet intéressant problème de la chimie végétale.

Je ne reviendrai pas sur toutes les théories plus ou moins contradictoires échafaudées depuis cent ans sur des expériences plus ou moins convaincantes. Je rappellerai seulement en deux mots que le point le plus passionnément discuté fut de savoir si la chlorophylle exerce dans le processus assimilateur une action directe, ou si elle ne participe qu'indirectement à la décomposition de CO_2 par les plantes.

Dès que fut découverte la fonction chlorophyllienne, la question se posa et fut l'objet d'une discussion entre Sénebier et de Candolle d'une part et de Saussure de l'autre. Plus tard Pringsheim refusait à la chlorophylle toute influence directe sur l'assimilation et repoussait la „théorie chimique". Il ne reconnaissait à la chlorophylle qu' un rôle purement physique: le protoplasma étant facilement oxydé sous l'influence de la lumière, la chlorophylle lui servirait simplement d'écran protecteur, la seule absorption de la lumière par le plasma pouvant fournir l'énergie nécessaire à la réaction photochimique. Je n'ai pas l'intention de résumer ici les nombreux travaux où Pringsheim, de 1879 à 1887, énonce et discute ses idées, qui furent adoptées par

---

[1]) Le présent travail a été entrepris sur les conseils de Mr. le Professeur Kny. Je suis heureux de lui exprimer ma reconnaissance pour la bienveillance avec laquelle il a suivi mes recherches, et l'obligeance avec laquelle il a mis à ma disposition à Berlin et à Leiden les appareils dont j'avais besoin. Je tiens à remercier également Mr. le Prof. Janse à Leiden dans le laboratoire duquel j'ai achevé mes recherches, puis M. M. les Prof. Buchner à Berlin et Wijsmann à Leiden, qui m'ont autorisé à me servir dans leurs laboratoires des presses dont j'avais besoin, enfin Mr. le Dr. Rosenheim de Berlin, qui m'a aimablement mis au courant des détails de l'analyse des gaz.

plusieurs botanistes. Je me contenterai de renvoyer le lecteur aux sources elles-mêmes ou aux nombreux „Sammelreferate“ publiés à ce sujet.

Pfeffer, Engelmann et bien d'autres estimaient au contraire que l'acte assimilateur est directement lié à la présence de la chlorophylle ou d'un corps qui en tient lieu.

Un fait pourtant semblait devoir diminuer l'importance de la chlorophylle: on avait pu constater des phénomènes bien nets d'assimilation en dehors de ce corps. Cependant les deux tendances en tirèrent des arguments en leur faveur: les uns disaient que le plasma seul est nécessaire à l'assimilation; les autres (Engelmann) répondaient que dans les Purpurobactéries le pigment rouge a tous les caractères „d'une vraie chlorophylle“ et que dans les feuilles étiolées, les chromatophores en apparence incolores étaient en réalité colorés et présentaient toutes les teintes du jaune pâle au vert. Dans le même ordre d'idées, certains auteurs attribuèrent un rôle à la carotine (xanthophylle, étioline, protochlorophylle, etc.) dans la décomposition de CO_2 (Tine Tammes). Un autre point venait infirmer encore les idées de Pringsheim, lequel considère la chlorophylle comme un produit d'oxydation sous l'influence de la lumière: c'est que certains algologues obtinrent à l'obscurité, par la culture en des milieux nutritifs déterminés, des colonies d'algues très nettement pourvues de chlorophylle. Bref, en ces dernières années, les botanistes semblaient s'être rattachés plutôt à l'idée que la chlorophylle ne serait pas un produit de l'assimilation, mais qu'elle en serait la cause directe et fondamentale.

De quelle manière se manifeste cette action de la chlorophylle? C'est là que les discussions reprirent de plus belle: il fallait tenir compte du noyau et du cytoplasma; il fallait savoir si les corps chlorophylliens sont des organes autonomes et de plus si, dans les chromatophores, la chlorophylle elle-même est une substance autonome, pouvant agir sans le secours du cytoplasma et sans le secours du stroma du grain. Quant au noyau, Haberlandt avait affirmé qu'il est le chef de toutes les fonctions, et partant de l'assimilation; mais les expériences de Klebs sur des cellules plasmolysées vinrent contredire ces affirmations. Regnard croit à l'action directe de la chlorophylle: Un suc vert, obtenu par des feuilles pressées et dépourvu de substance vivante, dégage de l'O à la lumière; de même des „feuilles artificielles“, constituées par de la cellulose pure imbibée de chlorophylle. Timiriazeff en 1886 se demande, sans oser l'affirmer, s'il n'a pas réalisé hors de l'organisme le processus assimilateur: il avait réduit une solution de chlorophylle; la solution jaune qu'il avait obtenue se montrait alors à tel point avide d'O qu'elle pouvait fonctionner comme substance réductrice et décomposer CO_2. Czapek, citant ses propres expériences et celles de Schmidt, y voit une preuve que dans le chromatophore le stroma plasmique seul est important et que, si la fonction chlorophyllienne se fait par l'intermédiaire de substances enzymoïdes,

celles-ci doivent se trouver dans le stroma et non dans le cytoplasma. Ces expériences consistaient dans l'introduction dans des cellules vivantes de gouttelettes d'huile colorée avec de la chlorophylle et qui, en contact avec le cytoplasma, étaient incapables d'un dégagement d'O. D'autres auteurs admettaient dans le cytoplasma qui environne les chromatophores le siège unique de la fonction chlorophyllienne. C'est ainsi qu'Engelmann, ayant affirmé que le chromatophore joue un rôle dans l'assimilation, constatait que ses expériences ne prouvaient pas l'autonomie du grain de chlorophylle, car, disait-il, il est possible encore que les grains ne soient capables que d'une action indirecte, peutêtre par la production d'une substance se mélangeant au protoplasma; de même dans l'oeil des animaux, le pigment n'est pas lui-même sensible, ce n'est qu'un collaborateur, tandis qu'une substance incolore est le siège de la sensibilité.

Cependant Engelmann lui-même, Haberlandt et plus tard Ewart prétendent avoir réussi à obtenir un dégagement d'O aux dépens de grains de chlorophylle isolés. Mais tous trois admettent la nécessité d'utiliser des grains vivants, et leurs expériences sur des feuilles ou des cellules tuées ou anesthésiées prouvent la loi d'Engelmann, que la structure et la vie du grain étant détruites, la faculté de produire O cesse aussitôt et définitivement. Boussingault et Jodin avaient prouvé déjà que des feuilles tuées par dessiccation étaient incapables d'assimilation.

Kny affirme que la chlorophylle, sans le concours de l'organisme vivant est incapable de dégager O à la lumière. Ses expériences lui prouvent que des grains de chlorophylle isolés ne peuvent assimiler et que Ewart a été trompé, peut-être par la présence autour des grains, de résidus plasmiques. Ewart prétend au contraire que si les grains ne sont pas absolument libres de protoplasma, celui-ci respirant peut masquer le phénomène de l'assimilation. Cela m'entraînerait trop loin de rapporter la discussion entre ces deux auteurs quant à la valeur de leurs méthodes et à la concordance de leurs résultats. Je renverrai encore le lecteur aux travaux originaux parus entre 1896 et 1898.

D'autres auteurs vont plus loin et affirment avoir obtenu un dégagement d'O aux dépens de solutions de chlorophylle: j'ai déjà parlé des expériences de Regnard au moyen de cellulose imbibée de chlorophylle pure. Il est vrai que Pringsheim et Jodin répétant ces expériences n'obtinrent que des résultats négatifs.

Si les recherches d'Ewart et de Regnard avaient été confirmées, l'autonomie aurait été prouvée 1° des chromotophores, 2° de la chlorophylle.

En ces derniers temps cette question de l'indépendance de la chlorophylle, qui se retrouve presque périodiquement dans la littérature, tous les quelque dix ans, affirmée par les uns, contredite par les autres reprit un intérêt nouveau. La question des ferments était à l'ordre du jour, on isolait des enzymes qui

produisaient, en dehors de l'organisme vivant les réactions que l'on admettait jusqu'ici n'être que des manifestations de la vie.

Les auteurs, dit Buchner, considéraient les ferments comme identiques au plasma vivant; c'était confondre la partie avec l'ensemble; il s'efforce de réagir contre cette tendance et de mettre en lumière un grand nombre d'enzymes, qu'il divise en hydrolysantes, oxydantes, réductrices, fermentatrices. Les réductrices, qui nous intéressent plus spécialement, étaient en fort petit nombre; Rey-Pailhade en avait extrait une de la levure de bière, enzyme capable, à froid, de réduire S en SH_2.

De ces recherches on pouvait déduire que toutes les fonctions vitales se faisaient sous l'influence d'enzymes, et cette conclusion s'imposait à l'esprit des botanistes avec d'autant plus de raison que les zoologistes avaient réussi à répéter au moyen de l'hémoglobine et en dehors de l'organisme la fonction des globules rouges du sang. Kolkwitz essaya d'appliquer ces recherches à la respiration des graines; et il conclut de ses expériences qu'il serait possible de rattacher à l'action des oxydases les phénomènes observés, mais qu'il faudrait, avant d'affirmer définitivement cette idée, étudier à fond la présence éventuelle dans les semences de corps autooxydables.

Une enzyme réductrice ne pouvait-elle pas intervenir de même dans la décomposition de CO_2 et l'assimilation de C? En extrayant de la plante les principes supposés actifs et en les réunissant dans des conditions convenables ne pourrait-on pas obtenir une assimilation artificielle, c'est à dire indépendante de l'organisme vivant?

L'hypothèse d'une fonction uniquement sensibilisatrice de la chlorophylle n'était du reste pas neuve; j'ai cité plus haut l'opinion d'Engelmann à ce sujet. En 1896 Ewart se demande si, dans le chromatophore, il faut distinguer le pigment assimilateur du plasma assimilateur. Pfeffer en 1897 disait la question encore irrésolue de savoir si la chlorophylle agit comme sensibilisateur ou si elle a une action plus directe dans l'assimilation.

C'est alors que Friedel supposa l'existence dans le cytoplasma d'un principe réducteur actif qu'il mit en contact avec la chlorophylle (principe sensibilisateur) et il obtint, dit-il, des résultats positifs, c'est à dire un dégagement d'O à la lumière. Si cette expérience avait été confirmée, elle aurait mis au jour une nouvelle enzyme réductrice, et elle aurait prouvé que ni le plasma ni la chlorophylle ne sont directement actifs, qu'une enzyme seule joue un rôle direct dans l'assimilation. Malheureusement tous ceux qui plus tard s'occupèrent de cette question échouèrent où Friedel avait réussi et celui-ci lui-même, si je ne me trompe, n'obtint dans la suite que des résultats négatifs. Seul Macchiati affirme, dans toute une série de publications, avoir obtenu des résultats positifs très appréciables et avoir pu isoler le ferment.

La question méritait donc d'être reprise et Mr. le Prof. Kny, qui, dans toutes ses recherches sur l'indépendance de la chloro-

phylle, n'avait obtenu que des résultats négatifs, trouvait intéressant de contrôler les expériences de Friedel; il proposa à Mr. Moisescu de reprendre cette étude; les quelques résultats obtenus furent négatifs, mais les recherches ne furent pas poursuivies assez longtemps pour pouvoir être publiées. C'est alors que Mr. Kny me conseilla de les reprendre.

Introduction.

Dans une première publication, Friedel avait établi comme suit ses expériences: il broyait des épinards avec de l'eau et de la glycérine et en obtenait par pression un suc qu'il filtrait. L'extrait, incolore, était donc censé contenir les matières azotées solubles de la cellule vivante, et entre autres les enzymes. D'autre part il obtenait une poudre de chlorophylle, soit par dessiccation des feuilles chauffées à plus de 100°, soit par évaporation d'une solution de chlorophylle; il mélangeait l'extrait et la poudre, et le tout, exposé à la lumière, donnait un dégagement appréciable d'O, accompagné d'une absorption corrélative de CO_2, et ceci dans les proportions constatées dans le processus de l'assimilation. Au contraire, des témoins laissés à l'obscurité ne montraient aucune réaction.

Il en conclut qu'il a réalisé l'assimilation chlorophyllienne, hors de l'organisme, au moyen d'une enzyme qui utilise l'énergie des rayons solaires, la chlorophylle servant de sensibilisateur. Plus tard il déclare que le phénomène est plus complexe et qu'il a entrepris des expériences de vérification. Mais il n'obtint cette fois aucun résultat positif. Il base son insuccès sur le fait que l'assimilation est très faible en automne; il promettait de reprendre au printemps de nouvelles recherches; il n'en a pas publié les résultats et dans les thèses qu'il a présentées à la Faculté de Paris, il ne cite même pas ses précédents travaux. Cependant il écrit à Macchiati, en juillet 1902, que les expériences faites au printemps lui ont donné le plus souvent de faibles dégagements d'O avec une absorption corrélative de CO_2.

Harroy et Herzog, utilisant les mêmes méthodes que Friedel ne purent obtenir de résultats positifs. Harroy concluait: „Certes l'hypothèse d'une substance opérant comme intermédiaire entre la chlorophylle et la radiation solaire est loin d'être inadmissible a priori, mais on n'a pas encore réalisé jusqu'ici les conditions requises pour que cette diastase réductrice témoigne expérimentalement de sa présence et de ses effets."

Seul Macchiati, qui modifia sensiblement les méthodes de Friedel, publia des résultats positifs. Il rappelle qu'en 1899 déjà, Baranetzky avait émis l'idée que la fonction chlorophyllienne s'exerce sous l'influence d'une enzyme. Quant à lui, il a extrait des feuilles d'*Arum italicum* les substances solubles

dans la glycérine pure, et de cet extrait, il a retiré, à l'aide du benzène, une substance blanche, amorphe; ce ne serait pas autre chose qu'un ferment soluble, qui, en présence du pigment chlorophyllien, serait capable de provoquer l'assimilation. Il en conclut qu'une des conditions requises jusqu'ici pour la fonction chlorophyllienne: la nécessité pour la chlorophylle d'être liée à la matière vivante, n'est plus indispensable. Le pigment avait été obtenu soit en partant d'une solution de chlorophylle, soit en séchant à 100° pendant 3 heures des feuilles qu'il pulvérisait ensuite. Il obtint les résultats suivants: 1° la poudre obtenue à partir d'une solution est incapable d'assimiler si on la broie avec de l'eau. Elle assimile si à ce mélange on ajoute un peu de ferment. 2° l'extrait glycériné dilué et mélangé à de la poudre obtenue à partir de la solution n'assimile pas; si on lui ajoute un peu de ferment la réaction a lieu, mais elle est de courte durée. 3° l'extrait glycériné dilué par moitié avec de l'eau ne donne pas de réaction. 4° la poudre obtenue par dessiccation et mélangée à de l'eau donne un fort dégagement d'Oxygène; car, dit l'auteur cette poudre, qui ne contient plus de matière vivante, peut cependant contenir les diastases, et M. Friedel, en affirmant le contraire, oubliait que certaines enzymes peuvent résister à de hautes températures. Cela est prouvé, ajoute Macchiati, car de cette poudre il a pu retirer le ferment, par des lavages successifs et supprimer ainsi la faculté d'assimilation de la poudre.

Mais la méthode, qui consiste à retourner tout simplement un entonnoir surmonté d'une éprouvette au dessus d'un récipient de verre me paraît moins sensible que celle de Friedel et l'analyse au pyrogallol dans ces appareils un peu primitifs ne me semble pas permettre de tirer des conclusions absolues. Macchiati a malheureusement publié très peu des nombreux résultats qu' il a obtenus et qu'il réserve pour une publication d'ensemble. Il conclut de ses recherches que la photosynthèse a lieu par un ferment chimique produit par l'activité cellulaire et que cette enzyme n'agit qu'à la lumière et sous l'influence des pigments chlorophylliens qui ont donc une part secondaire dans le processus, peut être comme sensibilisateurs. L'assimilation serait donc une sorte de fermentation comme la nitrification et autres phénomènes du même genre. C'est en décembre 1902 qu'il donne un unique résultat numérique, sans entrer dans de très précis détails d'expérience; il avait mélangé 2 gr. de poudre et 125 gr. d'eau distillée et avait obtenu au bout de 2 heures 14 cm.^{3} de gaz. Il avait utilisé des feuilles d'*Acanthus mollis*.

Méthodes.

Au milieu de tous ces renseignements contradictoires, il fallait donc reprendre ces recherches, tout d'abord d'après les données et les méthodes des auteurs précédents, et en suivant de très près leurs indications et ensuite d'après d'autres métho-

des préconisées par ceux qui ont travaillé sur la question de l'assimilation. Les méthodes qualitatives macroscopiques de Friedel et de Macchiati pouvaient n'être pas très sensibles et exigeaient de fortes variations dans la teneur en Oxygène; je devais donc utiliser, en outre, des méthodes microchimiques, qualitatives, très délicates, et permettant d'apercevoir les moindres traces de gaz.

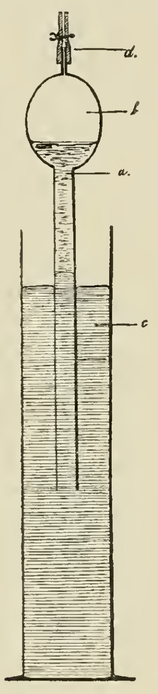


Fig. 1.
Dispositif pour l'analyse des gaz. *a.* tube à ampoule contenant les liquides ou les plantes à expérimenter. *b.* gaz. *c.* cylindre à mercure. *d.* tube à parois épaisses et à lumen étroit, fermé par caoutchouc capillaire et pince.

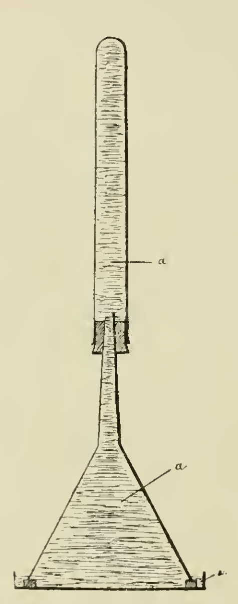


Fig. 2.
Appareil pour l'expérience de Macchiati. *a.* liquide à expérimenter.

I. Analyse des gaz. J'ai employé de longs tubes d'environ 1—1½ cm. de diamètre interne et surmontés d'une ampoule d'environ 5 cm. de diamètre. L'ampoule était prolongée par un petit tube à lumen très étroit et fermé au moyen d'un caoutchouc et d'une pince (Fig. 1). L'ampoule et le tube contenaient les plantes ou les liquides en expérience et j'y introduisais ensuite le gaz de composition connue. Le tube plongeait dans un grand cylindre à mercure. Après l'expérience il était facile, en enfon-

çant le tube dans le mercure, de faire passer le gaz par un tube capillaire jusque dans une burette graduée, et de là dans les appareils bien connus de Hempel, successivement dans celui contenant KOH et dans celui contenant P. Après l'absorption de CO_2 ou d'O le gaz etait réintroduit dans la burette et le volume mesuré.

Je n'ai pas besoin d'insister sur les précautions à prendre dans l'analyse: la nécessité de n'avoir que des communications capillaires pour le passage des gaz, de n'employer que de l'eau saturée des gaz à expérimenter, d'avoir au dessus du mercure. dans l'ampoule, une atmosphère toujours saturée d'humidité, de mettre toujours en contact le verre avec le verre, dans les communications, afin d'éviter les transfusions du gaz à travers le caoutchouc. Pour la teneur du gaz en CO_2, j'ai tenu compte des recherches de Godlewski, et j'ai pu constater, par de nombreuses expériences sur des plantes vivantes, que les proportions de 6—10 % qu'il indique étaient favorables; je m'y suis tenu en général pour mes diverses expériences. Pour une même série d'expériences, j'ai calculé la moyenne du gaz utilisé par trois analyses au moins, faites avant, pendant et après la série d'expériences.

II. Méthode de Macchiati. J'ai modifié un peu la méthode, tout en en conservant le principe, et je crois que mes modifications ne peuvent être qu' avantageuses. Au lieu d'un grand récipient de verre, j'ai pris un cristallisoir contenant le liquide à étudier, et dans lequel je retournais un entonnoir, dont le bord était presque aussi large que le cristallisoir (Fig. 2). De cette manière, toute la masse du liquide exposé à la lumière prenait part à l'expérience; au-dessus de l'entonnoir, et réunie à lui par un bouchon se trouvait une éprouvette retournée. Le tout était très exactement rempli du liquide à examiner. En outre, tandis que Macchiati, pour sécher les feuilles, chauffait plusieurs heures à 100°, j'ai utilisé comme étuve celle dont nous nous servons à l'herbier de Leiden, et qui sèche les plantes dans un courant d'air chaud entre des feuilles de papier buvard. En trois heures, à 80—90°. mes feuilles étaient séchées. Or, si les ferments devaient souffrir par la chaleur. cet inconvénient serait en quelque mesure diminué.

III. Méthode par le réactif de Schützenberger. Je préparais une solution bleue assez concentrée d'indigo carmin, pas trop foncée cependant, et je la décolorais au moyen d'une solution saturée de $NaHSO_3$. agitée fortement pendant 5 minutes avec de la poudre de Zinc, puis neutralisée avec du lait de chaux. Cette solution doit, après avoir été filtrée, être conservée a l'abri de l'air. (Voir pour les détails de la méthode. Kolkwitz et d'autres.) Le réactif, très exactement décoloré, devait déceler, sous forme de stries bleues, les moindres traces d'O libre. Je ne discuterai pas ici la valeur de cette réaction le lecteur trouvera cette discussion dans les travaux de Kny, Pringsheim, Regnard. Jodin, etc. Je pris la précaution recommandée par Kny. de bouillir le réactif avant de m'en servir, afin de chasser tout l'O contenu dans l'eau et d'éviter ainsi

le bleuissement spontané qu'on a reproché à cette méthode. J'utilisai pour mes expériences des flacons à parois plates et très exactement bouchés à l'émeri et, après y avoir introduit le réactif que je décolorais ensuite très exactement et des tubes capillaires de différentes dimensions et remplis des liquides à examiner, je fermais le flacon tout à fait dépourvu d'O. On m'objectera que les tubes fins où j'avais introduit la chlorophylle en contenaient bien peu; ils en contiennent certainement autant que de fines *Nitella* que je pris comme point de comparaison et qui recoloraient très nettement le réactif. On pensera peut être que les sucs peuvent diffuser des tubes dans le flacon. J'ai prévu l'objection et, pour me rendre compte si elle était fondée, j'ai coloré en bleu foncé une solution très concentrée de sucre, une autre moins concentrée et un de mes extraits glycérinés. J'en ai rempli des tubes capillaires que j'ai mis dans le réactif. Après 12 heures, la solution très concentrée avait un peu diffusé; après 48 heures les tubes contenant la solution peu cencentrée ou l'extrait étaient aussi colorés qu'au premier moment. Par conséquent l'objection tombe et la méthode doit être considérée comme convenable, car des traces d'O (par exemple une petite bulle d'air à l'extrémité d'un tube capillaire) se laissent facilement déceler par une traînée bleue qui monte dans le flacon. C'est assez dire qu'il faudra remplir très exactement les tubes capillaires. Des expériences sur des plantes vivantes m'ont montré que le réactif n'est pas très nuisible: des plantes, même terrestres, ayant séjourné pendant 24 heures dans le réactif, puis placées à la lumière dans le réactif redécoloré fonctionnaient de nouveau.

IV. Méthode bactérienne d'Engelmann. On trouvera cette méthode exposée en détails et discutée dans les travaux d'Engelmann, de Kny, d'Ewart, etc. Cela me dispense d'y revenir. Des morceaux de viande mis dans un „Becherglas" avec de l'eau me fournirent en deux jours des bactéries très mobiles et très sensibles à l'O. Je les ai ensemencées sur un bouillon de Hueppe (Peptone 3 %, Glucose ½ %, Liebig ½ %) solidifié au moyen de 10 % de gélatine. Les colonies s'étant développées, je triai celles qui, vis à vis de bulles d'air ou de filaments de *Spirogyra*, réagissaient le mieux et je les isolai sur des milieux agarisés. Il était nécessaire de répéter souvent l'ensemencement, afin d'avoir toujours des cultures jeunes, les bactéries y étant plus sensibles. Si j'ai utilisé des cultures pures c'était pour éviter certaines objections d'Ewart. Mais, comme Kny l'avait déjà affirmé, j'ai pu me convaincre que, dans la pratique, les bactéries prises directement dans le suc putréfié de viande sont aussi favorables que celles des cultures pures. Les plantes *(Spirogyra)* après un séjour, même de plusieurs jours dans le liquide bactérien ne souffrent pas visiblement. J'introduisais dans une goutte de liquide bactérien des tubes capillaires très fins, que j'avais remplis au préalable du liquide à étudier et j'entourais de vaseline les préparations: non pas que ce lutage soit nécessaire pour empêcher l'entrée de l'air (Kny a démontré le con-

traire) mais parce que les, tubes étant des objets relativement gros, la vaseline fixait le couvre-objet, ce qui facilitait l'observation, elle empêchait l'évaporation du liquide et les courants, et permettait ainsi d'examiner les préparations après plusieurs heures. Qu'il y ait peu de chlorophylle dans ces tubes très fins, c'est vrai; mais il y en a toujours autant que dans une cellule, par exemple, de *Spirogyra*; et du reste Engelmann a affirmé sa méthode tellement sensible qu'elle pourrait déceler le trillionnième de milligramme, c'est à dire sensiblement une molécule d'O.

Comme sources de lumière, j'utilisais soit la lumière du soleil (directe ou diffuse), soit celle d'une forte lampe à arc. A Berlin j'obtenais la poudre par dessiccation des feuilles dans l'étuve sèche à 90—110°. J'ai dit plus haut qu' à Leiden j'employais une disposition spéciale qui me permettait de sécher aussi rapidement à une température moins élevée. J'ai préparé aussi de la poudre par l'évaporation de solutions alcooliques. Pour obtenir le suc, après avoir broyé les feuilles avec de l'eau et de la glycérine dans les proportions indiquées par les auteurs précédents, je pressais la pâte ainsi formée (à Berlin j'ai pressé jusqu'à 300 atmosphères) et je récoltais un suc vert que je filtrais à la bougie Chamberland. L'extrait était alors généralement jaune, un peu brunâtre et à réaction neutre. Pour les expériences je mélangeais environ 1—2 gr. de poudre avec environ 100 gr. d'extrait ou d'eau, selon les cas.

Autant que possible, j'utilisais le suc frais obtenu à partir de plantes très fraîches; quand quelquefois je devais prolonger mes expériences pendant un jour ou deux, je suivais le conseil de Macchiati, qui recommande l'emploi d'antiseptiques faibles. (Je me servis entre autres de camphre.)

J'aurais voulu pouvoir faire porter mes recherches sur des plantes aquatiques, dont l'assimilation est très forte et qui, dans le milieu aqueux, se seraient trouvées plus près de leurs conditions normales d'existence. Malheureusement, ces plantes ont moins de chlorophylle et donnent une poudre jaunâtre *(Potamogeton)* ou bien quand on les sèche, elles deviennent souvent noires *(Ceratophyllum)*. J'ai pu pourtant travailler avec *Elodea canadensis* et *Lemna trisulca*.

Mais j'ai préféré m'en tenir à l' *Epinard*, d'abord parce qu' il avait été utilisé par les précédents auteurs et que les résultats devaient être par conséquent plus comparables, ensuite parce que, en effet, la chlorophylle y est très abondante et que la poudre obtenue est d'un beau vert clair.

Résultats.

Je veux dire dès maintenant que, par aucune des quatre méthodes que j'ai appliquées à mes recherches, je n'ai obtenu de résultats positifs appréciables.

J'ai fait à Berlin un nombre très considérable d'expériences. De novembre à mars je n'ai appliqué que les méthodes de

Schützenberger et d'Engelmann et je n'ai eu que des résultats négatifs, aussi bien avec des mélanges de poudre + extrait glycériné, de poudre + eau, qu'avec le suc non filtré, que la poudre ait été obtenue d'une solution alcoolique ou par dessiccation. J'ai fait porter ces recherches sur *Tradescantia*, *Elodea*, *Epinard*, mais je n'expose pas en détail ces expériences, car quoique les résultats fussent toujours les mêmes, je ne veux décrire ici que les recherches permettant de tirer des conclusions absolument comparatives et faites dans des conditions favorables de lumière.

4 mars. Expériences avec *Raiponce*. Poudre obtenue par dessiccation.

Analyse de gaz.			Réactif de Schützenberger.
Gaz primitif	Poudre + eau	Poudre + extrait	(J'indique par le signe 0 l'absence de toute réaction).
% CO_2 6,5	6,5	6.8	Poudre verte jetée dans un flacon décoloré 0
% O 18,7	18,7	18,5	tubes capillaires contenant Poudre + extrait 0
			tubes capillaires contenant Poudre + eau 0

Temps d'exposition 3—4 heures à la lumière électrique.

10—11 mars. *Epinard.* Poudre obtenue par dessiccation.

Analyse des gaz.			
Gaz primitif	Poudre + extrait[1])	Suc non filtré	Poudre + eau
% CO_2 3	3,3	3,5	3.1
% O 18,1	18,5	18	17.7

Réactif de Schützenberger.						
Tubes capillaires contenant				Papier buvard imbibé		Suc non filtré dilué dans le réactif
Poudre + eau	Suc non filtré	Poudre + extrait	Extrait + poudre obtenue d'une solution alcool.	d'un suc non filtré	d'une solution alcoolique	
0	0	0	0	0	0	0

Temps d'exposition 3—4 heures à la lumière électrique.

[1]) On remarquera que cette analyse, et quelques autres dans la suite, m'ont donné une légère augmentation de la proportion d'O dans le gaz après l'expérience. Je n'ai pas cru devoir tenir compte de ces petites différences, qui ne se sont rencontrées que dans quelques expériences et qui n'ont jamais dépassé 0,4 cm³. J'estime en effet ces différences inappréciables vis à vis des 3—6 cm.³ d'augmentation d'O obtenus par Friedel et vis à vis des 14 cm.³ observés par Macchiati dans ses expériences. Quelque précis que soient les appareils de Hempel, on ne peut considérer les résultats qu'ils fournissent comme approximatifs au dixième près, que sur la moyenne d'une série d'analyses; en effet les analyses d'un même mélange gazeux me donnaient couramment des différences dans les limites indiquées ci-dessus. Or, d'après le dispositif même de mes expériences, il ne m'était possible de faire

S'il y avait eu un dégagement d'O, il aurait dû se manifester dans les flacons remplis du liquide de Schützenberger, par des stries de bleuissement s'élevant des objets dans le liquide. Ce n'a jamais été le cas, tandis que des stries bleues très élégantes s'élevaient de plantes vivantes placées dans les mêmes conditions.

Méthode d'Engelmann. (Lumière du jour diffuse, condensée sur les préparations par le condensateur du microscope).

Fragments de papier à filtrer imbibé d'une solution alcoolique
Tubes fins avec poudre + eau
Tubes fins avec poudre + extrait } 0

C'est à dire que les bactéries cessaient de se mouvoir aussi vite dans le voisinage des objets que dans le reste de la préparation. Il n'y avait donc pas de dégagement d'O. Il faudra prendre garde, par cette méthode, de ne pas confondre des courants ou les mouvements Browniens avec les mouvements normaux des bactéries. Mais ceux-ci sont brusques et dans tous les sens et si caractéristiques que l'observateur exercé ne s'y trompera pas et les distinguera facilement des courtes vibrations Browniennes ou des courants plus lents.

On m'objectera que toutes ces expériences, ayant été faites en hiver, ne sont pas probantes, l'assimilation pouvant être trop faible. Je veux le croire et c'est pour cela que j'ai renvoyé la suite de ces expériences à une saison plus favorable. Cependant je dois dire que toujours j'ai placé des flacons témoins contenant des plantes vivantes dans le réactif de Schützenberger ou dans celui d'Engelmann et que les réactions s'y montraient excellentes.

J'ai cru bien faire d'opérer aussi avec des *Elodea* qui étaient certainement dans les meilleures conditions d'assimilation, puisqu' une branchette. placée dans le réactif, le recolorait en quelques minutes et même après 24 ou 48 heures de séjour dans le flacon

12—13 mars. *Elodea densa.* Poudre obtenue par dessiccation.

Analyse des gaz.

	Gaz primitif	Poudre + extrait	Poudre + eau
% CO_2	5,2	5,7	5,1
% O	17,3	17	17,7

Réactif de Schützenberger.

Tubes capillaires contenant				Plantes vivantes
Poudre + eau	Poudre + extrait	Suc non filtré	Suc seul	
0	0	0	0	Excellente réaction.

Temps d'exposition 3—4 heures à la lumière électrique.

qu' une seule analyse du gaz après l'expérience. Donc des différences de 1 à 4 dixièmes en plus ou en moins devaient être laissées de coté et je suppose que les auteurs précédents, M. M. Friedel et Herzog entre autres, n'ont pas travaillé dans des conditions plus grandes d'exactitude.

Méthode d'Engelmann.		
Tubes fins contenant		Feuilles vivantes. Les bactéries réagissent.
Poudre + eau	Poudre + extrait	
0	0	

Exposition à la lumière du jour condensée.

27—29 juin. *Spirodela (Lemna) polyrrhiza.* Poudre obtenue par dessiccation.

Analyse des gaz.									
Gaz primitif		Plantes vivantes			Poudre + extrait	Poudre + eau	Gaz primitif	Suc non filtré	Poud. + extrait
% CO_2	5,6	9	0,2	0	6	5,2	2,6	3	2,6
% O	19,2	12,3	28,5	27,1	18,9	19,1	20,1	19,6	19,5
		Obscurité 12 h. Respir.	Lumière solaire 4—5 h. assimilation.		Lumière solaire 4 heures			Lumière solaire 4-5 heures.	

Réactif de Schützenberger.				
Tubes capillaire contenant				Plantes vivantes
Suc non filtré	Extrait + poudre	Eau+poudre	Suc seul	
0	0	0	0	Excellente réaction

Lumière solaire 4—5 heures.

2 juillet. *Spirodela polyrrhiza.* (Poudre obtenue par dessiccation).

Analyse des gaz.					Réactif de Schützenberger.		
Gaz primitif		Plantes vivantes		Poudre + extrait	Plantes vivantes	Tubes capillaires avec	
% CO_2	3.7	8,6	0,7	3,7		Poudre + extrait	Poudre + eau
% O	19,7	14.2	22,1	19,8	Excellente réaction.	0	0
		Obscurité 15 heures Respiration	Lumière solaire 3 h. Assimilation		Lumière solaire 3—4 heures.		

Méthode d'Engelmann.				
Feuilles vivantes	Tubes fins contenant		Poudre obtenue d'une solution alcoolique	Poudre obtenue par dessiccation
	Poudre + extrait	Poudre + eau		
Les bactéries réagissent	0	0	0	0

Lumière condensée du jour.

3—4 juillet. *Lemna trisulca.* (Poudre obtenue par dessiccation).

Analyse des gaz.

Gaz primitif		Plantes vivantes		Suc non filtré	Poudre + extrait		
% CO_2	8	5,4	4,9	7,6	7,3	7,5	7,7
% O	18,5	20,2	20,2	18,8	18,3	18,7	18,4

Gaz primitif	Solutions alcooliques		Papier à filtrer imbibé de solution alcoolique
4,1	4,5	4	4,5
18,7	18,2	19,1	18,5

Exposition pendant 4—5 heures à la lumière solaire.

6—7 juillet. *Epinard.* (Poudre obtenue par dessiccation).

Analyse des gaz.

Gaz primitif		Plantes vivantes	Solution alcool.	Poudre+eau	Poudre + extrait
% CO_2	8,2	4,3	8	7,6	8,5
% O	17,8	21,8	18,1	18,1	17,6

Réactif de Schützenberger.		Méthode d'Engelmann.	
Tubes capillaires avec		Tubes fins contenant	
Poudre + eau	Poudre+extrait	Poudre + eau	Poudre + extrait
0	0	0	0

Temps d'exposition 4—5 heures à la lumière solaire.

Méthode de Macchiati. Les expériences que j'ai décrites ci-dessus, et où je mélangeais de l'eau avec la poudre obtenue par dessiccation semblaient s'opposer déjà aux résultats acquis par Macchiati. J'ai répété, dans les conditions énoncées page 8, les expériences de cet auteur, 1° en remplissant l'appareil avec de la Poudre + eau, 2° pour me rapprocher un peu plus des conditions de Friedel, avec de la Poudre + extrait dilué de son volume d'eau. Dans l'un et l'autre cas j'ai obtenu des résultats négatifs: je n'ai pas pu constater trace de dégagement gazeux, ceci après 4 ou 5 heures d'exposition à la lumière solaire. La divergence de mes résultats de ceux de Macchiati est étonnante et je ne puis me l'expliquer que par des causes accidentelles qui seraient venues troubler les expériences de cet auteur. On sait, et M. Macchiati insiste lui-même là-dessus, combien sont délicates de telles recherches. Or cette méthode me semble défectueuse, car elle me paraît trop sujette à être faussée accidentellement.

21—22 juillet. *Lemna trisulca.* (Poudre obtenue par dessiccation.)

Analyse des gaz.

Gaz primitif		Plantes vivantes		Poudre + extrait	Solution alcool.
% CO_2	8,9	2,3	3,9	9	8,7
% C	18,7	24,9	23,4	18,2	18,5

Temps d'exposition 4 h. à la lumière solaire.

Réactif de Schützenberger.			
Plantes vivantes	Tubes capillaires contenant		
	Suc non filtré	Poudre + extrait	Poudre + eau
Excellente réaction	0	0	0

Temps d'exposition 4 heures à la lumière solaire.

27—28 juillet. *Epinard.* (Poudre obtenue par dessiccation.)

Analyse des gaz.				
	Gaz primitif	Poudre + eau	Poudre + extrait	Papier buvard imbibé d'une solution alcoolique
CO_2	3,4	3,4	3,7	3,2
O	19,8	19,1	20,2	19.5

Réactif de Schützenberger.			Réactif d'Engelmann.	
Tubes fins contenant		Plantes vivantes	Tubes fins contenant	
Poudre + eau	Poudre + extrait		Poudre + eau	Poudre + extrait
0	0	Excellente réaction	0	0

Temps d'exposition 3—4 heures à la lumière solaire.

Méthode de Macchiati. Poudre + eau, Poudre + extrait ne donnent aucun dégagement gazeux après 4 heures d'exposition à la lumière solaire.

8—10 septembre. *Epinard.* (Poudre obtenue par dessiccation.)

Analyse des gaz.						
	Gaz primitif	Plantes vivantes			Suc non filtré	
% CO_2	8,6	6	16,8	11	8,4	8,8
O	18.8	21,4	6,6	13,4	18,6	18.2
		Lumière 4 heures	Obscurité 15—20 heures		Lumière solaire 4h.	

Gaz primitif	Poudre + extrait		Poudre + eau	Solution alcoolique
6,7	6,9	6.4	6,2	7
19,2	18.5	18.4	18,9	19.5

Exposition 4 heures à la lumière solaire.

Réactif d'Engelmann et de Schützenberger. Tubes fins avec suc non filtré 0, Poudre + eau 0, Poudre + extrait 0, Suc seul 0. *Epinards* vivants donnent une excellente réaction (temps d'exposition 4 heures.)

Méthode de Macchiati. Poudre + eau, Poudre + extrait ne donnent aucun dégagement de gaz. (Temps d'exposition 4 heures.)

Conclusions.

Comme il ressort des expériences ci-dessus exposées, aucune des méthodes ne m'a donné des résultats positifs appréciables. Je veux rappeler encore un point qui me semble s'opposer à la manière de voir de Macchiati: des plantes tuées, par exemple par un séjour dans l'eau à 70°, sont incapables d'assimiler. Or si, comme le prétend Macchiati, ni la chlorophylle. ni le ferment ne sont endommagés par une température de 100°, pourquoi ces feuilles, qui sont dans des conditions plus normales que celles réalisées par Macchiati, pourquoi ne peuvent-elles plus assimiler?

Il est évident que M. M. Friedel et Macchiati pourraient m'objecter ce qu' Ewart disait à Kny: „Qu'un seul fait positif, dans des recherches de cette nature, a plus de valeur, qu'un nombre immense d'observations négatives. „Mais je pourrais leur répéter ce que Kny répondait à Ewart:" C'est exact, s'il ne peut y avoir aucun doute sur l'idendité des objets étudiés, et si le cas positif à été examiné avec suffisamment d'attention pour qu'il soit possible d'affirmer que toutes les causes d'erreur ont été évitées."

J'ajouterai: Si le résultat positif a été réalisé dans des conditions si difficiles à rencontrer que, même en prenant toutes les précautions nécessaires, la réussite de l'expérience est soumise au hasard, à un tel point que l'auteur lui-même ne peut que très problématiquement la réaliser une seconde fois, il n'est pas possible de baser sur ces données une théorie générale, ou d'en tirer des conclusions importantes.

Or j'ai poursuivi mes recherches pendant une année, j'ai fait mes expériences dans toutes les saisons, sur les plantes et dans les circonstances les plus favorables; je me suis rapproché autant que possible des indications et des méthodes fournies par les auteurs: toujours mes résultats furent négatifs. Mais dans le cours de mon travail j'ai pu constater que des causes d'erreurs peuvent très facilement intervenir et fausser les résultats. Macchiati et Friedel n'ont-ils pas pu se laisser abuser par de semblables accidents?

Je sáis bien que des résultats négatifs ne sont pas une preuve, et qu' ils ne suffisent pas à renverser une théorie, fût-elle même une hypothèse!

Au contraire j'admettrai volontiers l'hypothèse d'une intervention enzymatique dans l'acte assimilateur. Vu l'importance des ferments et les observations intéressantes dont ils sont chaque jour l'objet dans le domaine scientifique, je veux croire qu'un jour viendra où l'on constatera qu'ils jouent un rôle prépondérant dans l'assimilation, comme on a cru le constater à propos de la respiration. Dans ce cas la chlorophylle serait sans action directe: non pas dans le sens admis par Pringsheim: elle ne fonctionnerait pas comme écran, mais comme sensibilisateur intermédiaire entre la lumière et les enzymes du cytoplasma.

Je crois donc pouvoir tirer de ce travail les conclusions suivantes qui sont celles énoncées déjà par Harroy: Dans l'état actuel de nos connaissances, et avec les méthodes utilisées jusqu'ici, on n'a pas encore pu certainement isoler le ferment réducteur hypothétique, organe actif de l'assimilation, ni réaliser en dehors de l'organisme la décomposition de CO_2 à la lumière par l'intermédiaire de la chlorophylle. Rey-Pailhade avait déjà insisté sur les difficultés de la technique, je pense comme lui que c'est en grande partie aux méthodes défectueuses que sont dûs les insuccès des observateurs[1]).

[1]) Le présent travail était déjà imprimé lorsque j'eus entre les mains (Novembre 1903) les deux nouvelles notes publiées par M. Macchiati dans le Bull. d. soc. bot. ital. Maggio-Giugno, 1903, pp. 196 et 198. L'auteur met sur le compte de la température trop basse les résultats négatifs obtenus en hiver. Il a eu au contraire, en mars 1903, un dégagement de 22 cm.^{3} de gaz avec des feuilles d'*Acanthus mollis* récoltées en juillet 1902, et des 25 cm^3 avec de feuilles d'*Arum italicum* récoltées en mars 1902. Il a même obtenu un dégagement gazeux appréciable avec des *Orobanche*. Je dois ajouter que ces „nouveaux faits", apportés par cet auteur pour confirmer la photosynthèse en dehors de l'organisme, n'ont en rien changé mon opinion et que ses nouvelles expériences ne sont pas de nature à modifier les conclusions de mon travail.

Principaux travaux cités:

Buchner, E. et H. et Hahn, Zymasegärung. München u. Berlin 1903.
F. Czapek, Bot. Zeit. 1900. Nr. 5. — Ber. d. d. bot. Ges. 1902. p. 44.
T. W. Engelmann, Bot. Zeit. 1881. Nr. 28. — Bot. Zeit. 1888. p. 661.
A. J. Ewart, Journ. of Linn. Soc., Bot. 1896. p. 364. — Bot. Centralbl. 1897. Nr. 9. p. 289. — Ibid. 1898. p. 33.
J. Friedel, C. R. Acad. Sc. Vol. 132. I. 1891. p. 1138. — Ibid. vol. 133. II. 1901. p. 840. — Thèses de Paris, A. 414 Nr. 10, 90, 1902. — Lettre à Macchiati. Bull. soc. bot. Ital. 1902. XVI. — Lettre à Herzog. Hoppe-Seylers Zeitschr. 35. 1902.
Godlewski, Arb. d. bot. Inst. Würzburg. I. 1873. p. 343.
Hansen, Sachs. Arbeit. d. bot. Inst. Würzburg. II. 1882. p. 537.
M. Harroy, C. R. Acad. Sc. Vol. 133. II. 1901. p. 890.
R. O. Herzog, Hoppe-Seylers Zeitschr. für phys. Chemie, Straßburg. Vol. 35. 1902. p. 459.
R. Kolkwitz, Naturw. Wochenschr. 1899. Jan., März. — Ber. d. d. bot. Ges. 19. 1901. p. 285.
L. Kny, Ber. d. d. bot. Ges. p. 388. 1897. — Bot. Centralbl. Vol. 73. 1898. p. 426.
L. Macchiati, Bull. soc. bot. Ital. 13 oct. 1901. — Ibid. 20 juill. 1902. — Ibid. 9 nov. 1902. — C. R. acad. Sc., Paris 15 déc. 1902. — Revue génér. de Bot. 15 Jan. 1903. — Bull. soc. bot. Ital. 8 mars 1903.
Pfeffer, Pflanzenphysiologie. II. Aufl. 1897. Vol. I.
Pringsheim, Bot. Ver. Brandenburg. 1879. — C. R. Acad. Sc., Paris. Vol. 90. 1880. — Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1881. — Jahrbücher. vol. 12, 1881. — Ibid. vol. 13. 1882. — Ber. d. d. bot. Ges. IV. 1886.
Regnard, C. R. acad. Sciences, Vol. 101. 1885. II. p. 1293.
J. de Rey-Pailhade, Comptes rendus acad. des Sc., Vol. 106. 1888. — Vol. 107. 1888. — Vol. 108. 1889. — Vol. 118. 1894.
Schmidt, Flora 1891. p. 300.

Über Phototaxis und die physikalischen Eigenschaften der Kulturtropfen.

Von

V. Chmielevsky.

(Mit Tafel 1.)

Jedem Botaniker, sowohl Morphologen als auch Physiologen, ist so genau bekannt, was unter der Bezeichnung „Hängetropfen" und „einfacher Tropfen" zu verstehen ist, daß eine Beschreibung ihrer Anwendungsweise durchaus überflüssig erscheint. Dieser wie jener dienen zur Beobachtung verschiedener Mikroorganismen im lebenden Zustande unmittelbar unter dem Mikroskope. Ein einfacher Wassertropfen oder ein Tropfen Nährflüssigkeit, in welchem die Organismen enthalten sind, wird direkt auf das Objektglas und dieses dann auf den Tisch des Mikroskopes gebracht. Die Herstellung des Hängetropfens geschieht auf folgende Weise: Ein verhältnismäßig kleiner Tropfen Wasser oder einer Nährlösung mit den darin befindlichen Organismen wird auf ein Deckglas gebracht und letzteres hierauf durch eine schnelle Bewegung umgewendet, sodaß der Tropfen dadurch nach unten zu liegen kommt. Das Deckglas wird dann auf einem Rahmen aus Glas oder unaufgeklebtem und angefeuchtetem Karton oder dergl. derartig angebracht, daß der Tropfen frei im Innern des Rahmens herabhängt. (Fig. 13). Auf diese Weise können die im Tropfen befindlichen Organismen bequem und während einer verhältnismäßig längeren Zeitdauer beobachtet werden.

Derartige Tropfen, und zwar besonders Hängetropfen, wurden mehrfach als Substrat bei der Beobachtung darin enthaltener Organismen zwecks Untersuchung verschiedener physiologischer Prozesse, z. B. der Phototaxis, angewendet. Wir finden hierüber in der botanischen Literatur eine ganze Anzahl von Hinweisen:

So z. B. beobachtete Strasburger[1]) im Jahre 1878 die höchst interessante Erscheinung, daß grüne Zoosporen und grüne bewegliche Organismen in gewöhnlichen, verhältnismäßig tiefen

[1]) Strasburger: „Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen." Jena 1878.

Gefäßen oft die Eigenschaft positiver Phototaxis besitzen, d. h. sie verändern ihren Standpunkt in der Richtung nach der Lichtquelle, im Zimmer also nach der Fensterseite zu; die im Hängetropfen oder im gewöhnlichen Wassertropfen befindlichen Organismen dagegen streben nicht dem Fenster zu, sondern nach der entgegengesetzten Seite, d. h. Strasburgers Ansicht nach, dem dunklern, am wenigsten beleuchteten Teile des Wassertropfens zu. Ein und dieselben Organismen sind also bald positiv-phototaktisch (in gewöhnlichen Gefäßen), bald negativ-phototaktisch (in den Tropfen unter dem Mikroskope); eine Erscheinung, welche eine detailliertere Untersuchung verdient. Leider fand Strasburger keine andere, besser passende Erklärung für dieselbe, als die von ihm angenommene Verschiedenheit des Aërationsgrades im tiefen Gefäße, in welchem, seiner Ansicht nach, mehr Luft vorhanden sei, als im Hängetropfen. Auf Grund einer solchen, nicht nachgeprüften Annahme behauptet Strasburger, daß die mangelhafte Aëration im Hängetropfen die negative Phototaxis bedinge, die Organismen begeben sich unter diesem Reize der Luft vom Lichte fort nach demjenigen Teile des Tropfens, welcher am weitesten von der Lichtquelle (dem Fenster) entfernt ist und daher dunkler sei.

Einer ähnlichen Erklärung dieses Faktums begegnen wir 25 Jahre nach dem Erscheinen der erwähnten Abhandlung Strasburgers in einer, wegen der berührten physiologischen Fragen nicht weniger interessanten Arbeit Rotherts aus dem Laboratorium des Leipziger Botanischen Institutes[1]. Der Autor sagt dort auf Seite 35 der zitierten Schrift: „Unter den herrschenden Bedingungen (im Juli, bei hellem, diffusem Tageslicht) war sie (*Chlamydomonas pulvisculus*) in der Massenkultur positiv-, in Tropfen auf Objektträgern hingegen, selbst an derselben Stelle des Zimmers negativ-phototaktisch.“ Zur Erklärung dieses Faktums heißt es weiterhin in einer Anmerkung auf derselben Seite: „Die verschiedene Lichtstimmung in größern Gefäßen und in den Tropfen ist wohl dadurch zu erklären, daß in offenen Tropfen die Durchlüftung eine bessere ist“ — und weiter unten: „in meinen Feuchtkammern . . ., wo die Organismen sich in einem flachen Hängetropfen befanden, war der Luftzutritt sicher ein besserer, als in den Kulturgefäßen.“ Ferner heißt es auf Seite 37, bezüglich *Gonium*: „Das phototaktische Verhalten war im allgemeinen ebenso, wie bei *Chlamydomonas*, d. h. im Kulturgefäß positiv, im Tropfen negativ . . .“ usw.

Behrens sagt in seinem bekannten Werke: „Leitfaden der botanischen Mikroskopie,“ 1890, auf Seite 169 über die Bedeutung der beobachteten Fakta bei der Kultur der Organismen in Hängetropfen: „Die Organismen begeben sich häufig, ihrem Be-

---

[1]) Rothert. „Über die Wirkung des Äthers und Chloroforms auf die Reizbewegungen der Mikroorganismen.“ (Pringsh. Jahrbücher f. wiss. Botanik. 1903.)

dürfnisse nach Sauerstoff entsprechend, an den Rand des (hängenden) Tropfens . . ."

Detmer bemerkt in seinem Buche: „Das pflanzenphysiologische Praktikum." 2. Auflage. Jena 1895, auf Seite 354: „Nicht immer z. B. suchen die Schwärmer von *Chlamydomonas*, wenn man ihr Verhalten im hängenden Tropfen studiert, im diffusen Licht den Lichtrand des Tropfens auf. Oft sammeln sie sich vielmehr, wenn das Mikroskop dicht am Fenster aufgestellt ist, an dem dem Zimmer zugewendeten Tropfenrande an. Die Schwärmer sind dann auf lichtgeringere Intensität gestimmt, und um sie an den Lichtrand des Tropfens zu bringen, muß das Mikroskop mehr oder weniger weit vom Fenster entfernt werden."[1])

Ich glaube, daß die zitierten, der botanischen Literatur entnommenen Auszüge völlig ausreichend sind, um die herrschende, einstimmige Überzeugung zu illustrieren, daß die beobachteten Fakta des Ortswechsels der Organismen in den Tropfen der Verschiedenheit in der Verteilung der Lichtintensität entsprechen, deren Stärkegrad auf der der Lichtquelle zugekehrten Seite des Tropfens größer ist. Behrens sieht die Sache von einem etwas andern Standpunkte aus an und erklärt die Anhäufung der Organismen an den Rändern des Tropfens durch das Bedürfnis derselben nach einem reichlicheren Zutritt von Sauerstoff.

In Wirklichkeit verhält sich aber die Sache ganz anders, und alles das, was ich hier über die Ansichten der verschiedenen Autoren bezüglich des Verhaltens der Organismen in den Tropfen angeführt habe, erscheint lediglich als das Resultat eines erstaunlich lange Zeit beibehaltenen Mißverständnisses. Keiner der Autoren betrachtete die Angelegenheit von einem einfachen, unbefangenen Standpunkte aus, sondern jeder von ihnen suchte nach irgend einer Erklärung, welche in Wirklichkeit keinerlei direkte Bedeutung hat. Dagegen hätte einfach berücksichtigt werden sollen: Erstens, daß ein Flüssigkeitstropfen, ganz gleich-

---

[1]) Mit den zitierten Angaben ist die Literatur über die phototaktischen Erscheinungen in den Tropfen noch lange nicht erschöpft. Den ersten Anstoß zu der entstandenen Verwirrung — infolge der Außerachtlassung der physikalischen Eigenschaften des Tropfens — haben wir wahrscheinlich bei Treviranus zu suchen: wir begegnen derselben dann aber auch bei Naegeli (Beiträge zur wiss. Botanik. Heft 2. 1860), bei Cohn (Amtl. Bericht über die 40. Versammlung Deutscher Naturforscher u. Ärzte zu Hannover. 1867), bei Stahl (Bot.-Ztg. 1880. p. 399) und noch bei vielen anderen Autoren; sogar bei Famintzin (Mél. biolog., tirés du Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences I. VI. St. Pétersbourg 1866), welcher, obwohl er bei seinen Untersuchungen die Tropfen-Kulturmethode ausschloß, da er bei Anwendung derselben fortwährend auf unerklärliche Widersprüche stieß — dennoch bei der von ihm gewählten Kulturmethode in Untertassen den in Rede stehenden Mißverständnissen nicht entging, weil auch die Untertasse ein Gefäß mit mehr oder weniger unregelmäßigem sphärischem Boden darstellt, ähnlich wie bei Hängetropfen, bei welchen die sphärische Luftumgrenzung dem Boden (der Untertasse) entspricht. Eben das ist die Ursache, weshalb Oltmanns alle Gefäße mit abgerundeten Wänden und Boden in seinen photometrischen Untersuchungen ausschloss.

gültig, ob er nach oben oder unten gekehrt ist, einen Körper von mehr oder weniger unregelmäßiger Form darstellt, dessen eine Seite gewöhnlich eine nicht ganz regelrechte sphärische Oberfläche zeigt — sowie zweitens, daß die Verteilung der Reflexion des Lichtes im Innern eines solchen Körpers nicht nur von der betreffenden Stellung der Lichtquelle, sondern auch von den Reflex- und Brechungserscheinungen der Lichtstrahlen innerhalb dieses Körpers abhängig ist. Es ist ferner in Betracht zu ziehen, daß in der Optik viele Fälle bekannt sind, in welchen eine stärkere Wärme- und Lichtanspannung, der sogenannte Licht- und Wärme-Phocus, infolge der Brechungs- und Reflexionsgesetze hinter den Körper zu liegen kommt, so z. B. im Falle des gewöhnlichen bikonvexen Brennglases, in welchem wir auch die Zigarre nicht vor, sondern hinter demselben anzünden.

In Anbetracht eines augenscheinlichen Mißverständnisses, das sich in die botanische Literatur hinsichtlich der Verbreitung des Lichtes im Tropfen — als ein auf die Phototaxis einwirkender Faktor — eingeschlichen hat, bin ich der Meinung, daß eine Untersuchung dieser Erscheinung auch in den Spalten eines botanischen Fachblattes durchaus nicht überflüssig erscheint.

Betrachten wir zunächst den Fall des mit der sphärischen Oberfläche nach unten gekehrten Tropfens, d. i. den sogenannten Hängetropfen.

Ein solcher an der Unterseite des Deckglases hängender, und auf die gebräuchliche Weise am Tische des Mikroskopes angebrachter Tropfen empfängt das Licht zunächst von unten von dem Spiegel des Mikroskopes und ferner das unmittelbar von der Lichtquelle aus einfallende Licht. Das von unten, dem Spiegel des Mikroskopes aus zurückgeworfene diffuse Licht fällt auf den konvexen Wassertropfen entweder in der Gestalt paralleler oder fast paralleler Strahlen (Fig. 1) oder, bei Anwendung eines Kondensors, in Form von Lichtstrahlen, die sich von der unterhalb der Oberfläche des Hängetropfens befindlichen Beleuchtungsfläche aus verbreiten (Fig. 2 und 13). Die Sache stellt sich aber ganz anders dar, wenn man nicht diffuses Licht, sondern direkt vom Planspiegel reflektierte Sonnenstrahlen anwendet. In diesem letztern Falle erhalten wir unter dem Hängetropfen einen starken Beleuchtungspunkt, von welchem ausgehende Strahlen verschiedene Punkte des Tropfens ungleichmäßig beleuchten, wovon man sich durch photographische Aufnahmen sehr bequem überzeugen kann (cf. den Text der Erklärung der Abbildungen Fig. 15).

Sowohl die einen, wie die andern der erwähnten Strahlen erleiden beim Eintritt in den Tropfen eine Brechung und breiten sich in demselben aus. Wenn man sich nun solche Strahlen sowohl der einen wie der andern Art graphisch darstellt, so ist es nicht schwer, sich davon zu überzeugen, daß dieselben im Innern des Tropfens nur zerstreute Phoci bilden und infolgedessen den Tropfen mehr oder weniger gleichmäßig beleuchten (Fig. 1 u. 2. Vergl. auch den Erläuterungstext zu Fig. 16 und

15d). Zur Erklärung der von den zitierten Autoren beobachteten Erscheinungen ziehen wir deshalb hauptsächlich nur die von oben stattfindende Beleuchtung in Betracht. Das ganze System des Hängetropfens stellt sich dann folgendermaßen zusammen: Das die Luft und das Deckglas durchdringende Licht erreicht den Tropfen und verbreitet sich innerhalb desselben, bis es die Grenze zwischen Wasser und Luft erreicht.

Wir haben uns nun die Frage vorzulegen, was für eine Gestalt der Hängetropfen besitzt? Ein Wassertropfen, welcher vorsichtig auf die Oberfläche einer sorgfältig gereinigten Glasplatte gebracht wird, nimmt gewöhnlich die Form eines flachen Kugelsegmentes mit scharfem, kreisförmigen Rande an. Eine solche sphärische Form behält der regelmäßige Tropfen auch als „Hänge"-Tropfen bei, wenn wir seine sphärische Oberfläche nach unten kehren. Um mich hiervon zu überzeugen, zeichnete ich bei mäßiger Vergrößerung bei horizontal gestelltem Mikroskope und mit Hülfe der Camera lucida die Umrißkonturen der Hängetropfen, d. h. die Konturen ihrer, sozusagen optischen Durchschnitte, nach. Als Resultate dieser Umriß-Nachzeichnungen erhielt ich Kreisbögen von verschiedener Radiuslänge, welche von der Größe der von der Tropfenbasis eingenommenen Glasoberfläche abhängig ist. Je kleiner diese Glasfläche ist, welche von dem Tropfen eines gleichmäßig beibehaltenen, bestimmten Gewichtes bedeckt wird, desto kleiner wird folglich der Radius dieses Kreisbogens sein, und eine um so größere Anzahl von Graden werden diese Bogen enthalten.

Es erschien mir für unsere Zwecke unnötig, eine präzisere Bestimmungsmethode des Konvexitätsgrades des Hängetropfens ausfindig zu machen; ich glaube aber, auf Grund meiner Beobachtungen zu der Annahme berechtigt zu sein, daß ein auf die in der botanischen Praxis übliche Herstellungsweise konstruierter Hängetropfen, d. h. durch Umkehren des Deckglases, auf dessen Oberfläche ein regelmäßiger Tropfen gebracht wurde — stets eine mehr oder weniger regelmäßige sphärische Gestalt besitzt. Sehr schwere Tropfen, deren Darstellung dadurch gelingt, daß eine entsprechend beträchtliche Wassermenge von unten her an die Unterseite der Glasfläche angeschleudert wird, besitzen oft keine regelmäßig sphärische Oberfläche, da nach den Gesetzen der Kapillarität der Randwinkel ϑ, wie solches auf Grund der Untersuchungen Quinkes[1]) bekannt ist, für Wasser auf reinem Glase 22° 34' nicht überschreitet; auf Glas mit Spuren von Öl kann er jedoch sogar 51° 55' erreichen. Es ist ganz natürlich, daß bei einer derartigen Methode des Anschleuderns von Wasser zur Darstellung der Hängetropfen man letztere mit einer viel größern Wassermenge auf einer bestimmten Glasfläche erhalten kann, in welchem Falle dann die Oberfläche des Tropfens kein regelmäßiges Kugelsegment bilden wird, weil die Mitte des Tropfens unter

[1]) Quinke. Über den Randwinkel etc. (Wiedemann's Annalen der Physik. Bd. II. 1877. p. 145 und flgde.)

der vereinigten Einwirkung der Schwerkraft und der Oberflächenspannung eine Krümmung des einen Bogens darstellen wird und die Ränder des Tropfens erfahren eben am Glase eine andere Krümmung infolge der vorhandenen Bedingungen der Kapillaritätserscheinungen, wodurch eine Beständigkeit des Randwinkels ($= \vartheta$) hervorgerufen wird. In der botanischen Praxis kommen Hängetropfen dieser Art nicht vor, weil die für die Kulturen bestimmten Tropfen auf gewöhnliche Art hergestellt werden, d. h. dadurch, daß dieselben zunächst oben auf die Glasfläche gebracht werden, wo sie unter dem Einflusse der Kapillarität, der Oberflächenspannung und der Schwerkraft eine sphärische Gestalt annehmen. Haben wir nun auf der Oberfläche des Glases einen Tropfen dargestellt, welcher eine solche Wassermenge enthält, daß die Maximalgrenze des Randwinkels erreicht ist, so können wir schon kein Wasser mehr hinzufügen, ohne daß der Tropfen auf dem Glase auseinanderläuft, infolge dessen der Randwinkel entweder seine Maximalgröße beibehält oder sich sofort verringert. Wegen der Beständigkeit des Randwinkels wird der Tropfen auch bei der Umkehrung der obern Fläche des Glases nach unten die gleiche Lage beibehalten.

Die Konturen der Bogen von regelmäßigen Tropfen, welche ich erhalten konnte, überstiegen selten 40^0—50^0; einige Male gelang es mir, Bogen von ungefähr 85^0, also Randwinkel 42,5, zu erhalten, deshalb nahm ich in den beigegebenen Abbildungen diese Größe an.

Fig. 19 zeigt die schematische Darstellung eines Bogens von 80^0, der durch die Nachzeichnung der Umrisse eines regulären, starkkonvexen Tropfens erhalten wurde, der auf schlecht gereinigtem Glase saß. Der Bogen ABC bildet den Umriß (sozusagen den optischen Durchschnitt) des Tropfens, die Linie DE ist die Oberfläche des Deckglases; der Winkel EAF, welcher durch die Oberfläche des Glases und die Tangente zum Tropfenrande AF gebildet wird, und welcher 40^0 beträgt, ist der Randwinkel ϑ. Der Bogen ABC beträgt im gegebenen Falle 80^0.

Die gewöhnlich in unserer Praxis vorkommenden hängenden Tropfen haben einen viel geringern Randwinkel, was ich auch bei der Messung der Bogen und Randwinkel konstatierte. So erhielt ich z. B. bei der Messung der Bogen meiner Tropfen folgende Größenresultate:

Die Bogen der Tropfen:

29^0, 55^0, $60{,}_7{}^0$, $37{,}_7{}^0$, $46{,}_5{}^0$, $32{,}_9{}^0$, $39{,}_5{}^0$, 37^0, $46{,}_7{}^0$, 66^0, 80^0, 85^0.

Dementsprechend ist ihr Randwinkel halb so groß (nach geometrischer Konstruktion). Bei regulären Tropfen mit scharf abgerundetem Rande stellt deren Oberfläche ein mehr oder weniger reguläres Kugelsegment dar, bei Fällen von Tropfen mit andern Umrissen mit nicht abgerundetem Rande wird natürlich deren Oberfläche auch nicht ein regelrechtes Kugelsegment bilden, trotzdem aber wird dennoch der sphärische Charakter derselben beibehalten, weshalb diejenigen Schlußfolge-

rungen, welche für die Tropfen mit regulärer sphärischer Form gezogen werden können, auch auf diejenigen mit unregelmäßiger sphärischer Oberfläche als in hohem Maße passend angenommen werden können.

Wir wenden uns nun zur Verteilung des Lichtes in den Tropfen.

Es ist nicht schwer, sich zu erklären, daß, wenn für gewöhnliches Glas ein äußerster Brechungswinkel von 41° angenommen wird[1]), die Strahlen aus dem Glase auf die Oberfläche des Wassers innerhalb einer Winkelgrenze von 0°—41° auffallen werden. Dies ist auch aus der schematischen Zeichnung (Fig. 7)[2]) ersichtlich. Der unter einem sehr großen, beinahe einem rechten Winkel einfallende Strahl LC wird gebrochen und bildet einen Winkel von ca. 41°; je geringer aber der Einfallswinkel, desto kleiner wird auch der Brechungswinkel. Folglich erreichen alle in das Glas einfallenden Strahlen die Oberfläche des Wassers unter einem Winkel von nicht mehr als 41°. — Alle in das Glas eindringenden Strahlen werden, infolge der Brechung auf der Grenze zwischen Glas und Wasser, auch in den Tropfen eindringen und sich in demselben ausbreiten. Der größte Winkel, unter welchem die Lichtstrahlen aus dem Glase in den Tropfen hinübertreten, ergibt sich aus der Gleichung:

$$\frac{\text{Sin } 41^0 \text{ (Einfallswinkel)}}{\text{Sin } x^0 \text{ (Brechungswinkel)}} = \frac{1.333}{1.524}$$

wonach Winkel x = 48° 35′ 40″ (das ist die äußerste Winkelgrenze für die Brechung des Lichtes aus Luft in Wasser).

Es findet also die Brechung der Strahlen im Tropfen unter verschiedenen Winkeln innerhalb einer Grenze von 0°—48° 35′ 40″ statt. Was geht nun im Innern des Tropfens mit den in denselben eindringenden Lichtstrahlen vor? Wir wollen verschiedene Fälle des Eintritts der Strahlen näher betrachten. Die in den Tropfen einfallenden Lichtstrahlen erreichen, je nach der Stellung ihres Einfallpunktes, die sphärische Oberfläche unter verschiedenen Winkeln von 0°—90°. Viele von ihnen erreichen die sphärische Oberfläche unter Winkeln, welche kleiner sind als der äußerste Grenzwinkel für die Lichtbrechung (48° 35′), und werden daher teils gebrochen und gehen folglich teilweise für den Tropfen verloren, teils aber werden sie zurückgeworfen und breiten sich im Tropfen aus; andere Strahlen, welche die sphärische Oberfläche unter Winkeln erreichen, die größer als der Grenzwinkel sind (d. i. mehr als 48° 35′), werden der totalen Reflexion unterworfen und rufen im Tropfen einen lebhaften Lichteffekt hervor. In diese letztere Kategorie gehört die Mehrzahl derjenigen Strahlen, welche an den Rändern des Hängetropfens eintreten (Fig. 4—10).

---

[1]) Müller, Lehrb. der Physik Bd. II.

[2]) Bei allen Zeichnungen sind zur Vereinfachung der Winkeleinzeichnungen die Größen der Minuten nur in abgekürzter Form angenommen worden.

In einer Reihe von schematischen Darstellungen habe ich mich bemüht zu zeigen, was mit den Lichtstrahlen vorgeht, welche in den Tropfen unter verschiedenen Winkeln (von 0^0 bis 48^0) eintreten.

Fig. 3 stellt die Verteilung der Lichtstrahlen in demjenigen Falle dar, in welchem dieselben vertikal auf das Deckglas und folglich auch auf den Tropfen einfallen. In den Räumen des Laboratoriums sind die Strahlen dieser Art immer sehr schwach, da sie als von der Decke reflektiert erscheinen; nur bei der Aufstellung des Hängetropfens unter freiem Himmel würde man mit Hülfe solcher Strahlen einen starken Lichteffekt im Tropfen hervorrufen können. Wie aus der Zeichnung eines solchen Falles ersichtlich ist, werden die Strahlen, welche die sphärische Oberfläche zwischen Wasser und Luft unter kleinern Winkeln als 48^0 35′ erreichen, nur zum Teil in den Tropfen zurückgeworfen, worauf sie, die Oberfläche des Glases erreichend, teils gebrochen werden und sich im Glase verbreiten, teils aber vom Glase in den Tropfen wieder zurückgeworfen werden und hier eine Reihe von hellen Lichtphoci in der Nähe der Mitte des Tropfens bilden. In diesem Falle befindet sich also die größte Lichtanhäufung im zentralen Teile des Tropfens.

Fig. 4 stellt das Schicksal von solchen Strahlen dar, welche unter einem Winkel von 25^0 auf das Deckglas fallen. Es werden dabei nur Strahlen von einer starken Lichtquelle, z. B. des Himmels, in Betracht gezogen um jedoch Strahlen mit solchen Einfallswinkeln zu erhalten, müssen wir unsern Tropfen ziemlich nahe ans Licht, d. h. ans Fenster, rücken. Wir begegnen solchen Fällen ziemlich häufig in der Laboratorium-Praxis. Aus Fig. 4 ersehen wir, daß derartige Strahlen, nachdem sie von der sphärischen Luft-Oberfläche in den Tropfen zurückgeworfen worden sind, sich in einer Phocusserie in demjenigen Tropfenteile ansammeln, welcher dem Zimmer zugekehrt ist und welcher von den Autoren stets für den dunkelsten Teil des Tropfens gehalten wurde. Aus der Zeichnung ist unschwer zu ersehen, daß in dieser — bei unserer Zeichnung in der rechten — Hälfte des Tropfens sich eigentlich zwei Lichtflecke bilden. (Fig. 4 A und B.)

Fig. 5 und 6 stellen in derselben Weise das Schicksal solcher Strahlen dar, welche unter Winkeln von 45^0 und 60^0 auf das Deckglas einfallen. Wir beobachten auch hier, gleichfalls auf der der Lichtquelle entgegengesetzten Seite, die Bildung zweier Phocus-Reihen A und B.

Fig. 7 zeigt den Verlauf der Strahlen, welche unter einem Winkel von 90^0 auf das Deckglas einfallen, d. i. der Grenzwinkel, unter welchem die Strahlen von oben in das Glas eintreten können. Auch diese Strahlen bilden ebenfalls zwei Phocus-Reihen.

Schließlich, um eine Vervollständigung des Bildes zu geben, ist auf Fig 8, 9 und 10 das Schicksal derjenigen Strahlen dargestellt, welche die sphärische Oberfläche der Luft unter Winkeln

von 50°, 65° und 70° erreichen. Da diese Winkel größer als der Grenzwinkel für die Lichtbrechung sind, so erleiden folglicherweise die Strahlen solcher Art eine totale innere Reflexion im Tropfen.

Wenn wir alle Zeichnungen miteinander vergleichen, so ist es nicht schwer, zu konstatieren, daß die unter verschiedenen Winkeln auf das Deckglas mit dem Hängetropfen fallenden Lichtstrahlen in dem letztern eine Reihe von Lichtphoci bilden, welche sich fast von der Mitte des Tropfens bis zur Peripherie erstrecken. Wenn auf das Deckglas über unserm Hängetropfen die Lichtstrahlen von allen Seiten gleichmäßig fallen, z. B. unter Winkeln von 45° bis zu 90°, so kann man sich unschwer vorstellen, daß wir als Resultat eine Reihe von Lichtringen erhalten, welche vom Zentrum bis zur Peripherie verteilt sind.

Aus all diesen Auseinandersetzungen ergeben sich deutlich folgende Schlußfolgerungen:

Alle Lichtstrahlen, unter welchen Winkeln sie auch auf die Oberfläche des Glases fallen mögen, erreichen die Oberfläche des Wassertropfens auf der Grenze zwischen Glas und Wasser. Die unter einem Winkel von ca. 90° einfallenden Strahlen gelangen in den Tropfen unter einem Winkel von ca. 48° 35'; lotrecht einfallende Strahlen, d. h. solche, welche unter einem Winkel von ca. 0° einfallen, treten auch lotrecht in den Tropfen ein. Hieraus geht klar hervor, daß, je näher sich der Tropfen an der Lichtquelle — dem Fenster — befindet, auch eine um so größere Menge von Strahlen mit um so größerer Energie in den Tropfen eindringt und die Lichtphoci in denjenigen Teilen des Tropfens, welche dem Zimmer zugekehrt sind, sich desto heller und energischer präsentieren. Anderseits: je weiter der Tropfen von der Lichtquelle — dem Fenster — entfernt ist, desto geringer ist der Unterschied in der Lichtenergie der verschiedenen Teile der Lichtringe — und bei beträchtlicher Entfernung vom Fenster treten schon keine Strahlen des freien Himmels in den Tropfen ein, sondern nur solche Strahlen, welche von der Decke, von den Wänden des Zimmers und von Gegenständen reflektiert werden, die sich gegenüber dem Fenster des Laboratoriums befinden; es ist natürlich, daß die hellen Lichtringe rund um den Tropfen herum viel gleichmäßiger sind. Um im letztern Falle auf die Verschiedenheit der Lichtenergie reagieren zu können, müssen die Organismen eine hohe Empfindlichkeit gegen geringe Unterschiede in der Lichtintensität, eine hohe photometrische Fähigkeit besitzen.

Es ist nicht schwer, den Charakter der Lichtverteilung im Tropfen experimental zu erläutern. Nachdem ich mir schmale Ausschnitte aus lichtempfindlichem, photographischem Papiere hergestellt, legte ich dieselben derartig oben auf das Deckglas über dem Hängetropfen, daß die eine Hälfte des Tropfens von dem Papiere bedeckt wurde, und die andere Hälfte frei blieb. (Fig. 14a.) Darauf wurde dem Tropfen eine derartige Lage zur

Lichtquelle gegeben, daß die Grenze zwischen dem freigelassenen und dem zugedeckten Teile der Länge nach, d. h. parallel mit den Strahlen der Lichtquelle (dem Fenster) verlief. Die in den freigelassenen Teil des Tropfens eindringenden Lichtstrahlen, welche von der untern sphärischen Oberfläche desselben reflektiert werden, gehen in die entsprechenden gegenüberliegenden Teile der zugedeckten Hälfte über. Bei allen derartigen Versuchen nahm das photographische Papier stets in derselben unveränderlichen Weise eine intensiv dunkle Färbung auf derjenigen Seite des Tropfens an, welche dem Zimmer zugekehrt war. (Fig. 14 b. Vergl. auch den Text der Abb. 15 a, b, c, d u. 16.) Auf den photographischen Abbildungen, wie solche Fig. 14 b zeigt, tritt dabei das System feiner heller Lichtringe, die das Resultat komplizierter optischer Erscheinungen darstellen, auf deren ausführlichere Analysierung näher einzugehen für unsere Zwecke vorläufig überflüssig ist — mit scharfer Deutlichkeit hervor. Alles dies hätte vorausgesehen werden können auf Grund theoretischer Kombinationen.

Wir gelangen also zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Verteilung des Lichtes innerhalb des Hängetropfens ist eine ganz andere, als wie die Autoren annahmen, als sie die Kultur im Hängetropfen als Untersuchungsmethode für die phototaktischen Erscheinungen anwandten.

2. Es versteht sich von selbst, daß in vielen Fällen, in denen Strasburger, Rothert, Detmer und auch andere Autoren die Entwickelung negativer Phototaxis beobachteten, es sich in Wirklichkeit um typische, scharf ausgedrückte Erscheinungen positiver Phototaxis handelte, in Verbindung mit scharf ausgedrückter photometrischer Fähigkeit der Organismen. Es wäre durchaus logisch, die hieraus resultierende Schlußfolgerung anzuerkennen, daß zu allen Angaben, z. B. Rotherts, bezüglich der Einwirkung der Narcotica auf die Veränderung und Umkehrung der Phototaxis — wesentliche Berichtigungen hinzugefügt werden müßten; noch besser freilich wäre es, wenn alle seine Angaben in dieser Hinsicht neu bearbeitet würden.

3. Es versteht sich von selbst, daß die von Strasburger und Rothert angenommene Erklärung der Einwirkung einer überreichlichen, respektive schwachen Aëration bei Anwendung der Methode des Hängetropfens, wodurch scheinbar eine Umwandlung der positiven in die negative Phototaxis bedingt worden sei, auf diese Weise vollständig unzutreffend ist.

4. Es versteht sich von selbst, daß die ringförmige Anhäufung der Organismen an der Peripherie des Hängetropfens nicht das Resultat der Aërotaxis ist, wie solches Behrens annimmt, sondern wiederum die Entwickelung typischer positiver Phototaxis darstellt, da sich die Organismen aus dem einfachen Grunde ringförmig an der Peripherie des Hängetropfens anhäufen, weil sich eben gerade in solcher Weise das System der hellen Lichtringe zusammenstellt.

5. Ebenso erklärt sich auf eine völlig logische und einfache Weise das Faktum, daß die im Hängetropfen befindlichen Organismen, welche indifferent erscheinen gegen die Richtung, aus welcher das Licht kommt, wenn der Tropfen sich im Innern des Zimmers befindet und vom Fenster aus nur schwach belichtet wird — plötzlich ein starkes Bestreben empfinden, nach der dem Fenster entgegengesetzten Seite zu eilen, wenn das Mikroskop mit dem Hängetropfen dem Fenster genähert wird, wie solches bei den Versuchen Strasburgers und Detmers der Fall war. Sie eilen deshalb vom Fenster weg, weil der Unterschied in der Lichtintensität zwischen den vordern und hintern Teilen des Tropfens ein sehr bedeutender wird, und die Organismen, als photometrische Apparate, sofort und schnell diese Intensitätsdifferenz markieren, indem sie dem Lichte und vielleicht auch der Wärme zueilen, d. i. dem hintern Teile des Tropfens, welcher im Gegensatze zur Meinung der zitierten Autoren der intensiver beleuchtete ist.

Der Fall mit dem gewöhnlichen Tropfen, dessen sphärische Oberfläche nach oben gekehrt ist, stellt sich viel einfacher dar. Hier ist die Zusammenstellung folgende: Luft, Wasser, Glas — eine Reihe von Medien mit allmählicher Verdichtung, weshalb im Wassertropfen eine totale innere Reflexion des Lichtes nicht stattfinden kann. Ein beträchtlicher Teil der Lichtenergie wird beim Auffallen auf das Wasser teils in die Luft geworfen, teils dringt er in den Tropfen ein; die in den Tropfen gelangenden Strahlen werden ebenfalls zum Teil von der Oberfläche des Glases reflektiert und breiten sich im Tropfen aus, teils werden sie im Glase gebrochen.

Die Grenze der Winkel, unter welchen die Strahlen in den Tropfen eintreten, liegt zwischen 0° und 48° 35′ (d. i. der äußerste Grenzwinkel für die Lichtbrechung im Wasser). Je nach dem Einfallspunkte erreichen die Strahlen die Oberfläche des Glases unter den allerverschiedensten Winkeln. Indem sie von der Glasoberfläche reflektiert werden, breiten sie sich mitten im Wasser, zwischen den beiden begrenzenden Flächen — der sphärischen obern und der flachen untern, — im Tropfen aus, wobei sie wieder einer Reihe von Reflektierungen unterworfen werden. Aus den beigegebenen Zeichnungen (Fig. 11 und 12) ist es unschwer zu erkennen, daß die von der vordern Seite des Tropfens einfallenden Strahlen die weitaus größere Anzahl von Kreuzungspunkten im hintern Teile desselben bilden, wo folglich also auch die stärkste Anhäufung der Licht-Phoci stattfindet.

Die vom Zimmer, sowie von andern Seiten her einfallenden Strahlen bilden ebenfalls entsprechende Licht-Phoci, infolgedessen sich ein heller Ring bilden muß. Derjenige Teil dieses Lichtringes, welcher aus den Strahlen der im gegebenen Momente am stärksten wirkenden Lichtquelle, z. B. von den Strahlen des

Himmels oder von unmittelbaren Sonnenstrahlen — gebildet wird, stellt sich am intensivsten dar, was auch durch das dem Glase untergelegte photographische Papier bestätigt wird. (Fig. 17 a, b, c und Fig. 18. Ich wendete für die Tropfen Deckgläser an.) Der auf dem lichtempfindlichen Papiere theoretisch zu erwartende helle Lichtring war jedoch nicht bemerkbar; es erklärt sich dies aber sehr leicht dadurch, daß sich das Papier um den Tropfen außerordentlich schnell dunkel färbt, das von den Wänden des Zimmers reflektierte Licht aber sehr schwach ist, so daß es nicht genügend Zeit hat, aktinisch einwirken zu können. Der Lichtfleck von der der stärksten Lichtquelle entgegengesetzten Seite tritt auf dem photographischen Papier sehr scharf hervor.

Es muß also der gewöhnliche, mit seiner sphärischen Oberfläche nach oben gekehrte Tropfen durch das Zusammenwirken seiner optischen Eigenschaften fast denselben Effekt auf die Organismen hervorrufen, als es beim Hängetropfen der Fall ist.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Der Bogen ABC, welcher 85° beträgt, stellt den Umriß des optischen Durchschnittes eines nach unten am Glase hängenden Tropfens dar. Das Licht fällt von unten vom Spiegel aus auf den Tropfen. Die in den Tropfen eingetretenen und in demselben gebrochenen Strahlen bilden keine Phocusanhäufung; das Licht verbreitet sich daher fast gleichmäßig im Tropfen. (cf. Fig. 16 und die dazu gehörige Erklärung.)

Fig. 2. Ein ebensolcher Tropfen. Die im Tropfen verfolgte Verbreitung des Lichtes von zwei Lichtpunkten aus (F-F.), welche man durch Anwendung des Kondensors erhält. Im Falle der Reflexion des direkten Sonnenlichtes durch den Spiegel, entsteht an irgend einer Stelle über dem Kondensor ein Lichtpunkt als Phocus, zu welchem die vom Spiegel zurückgeworfenen direkten Sonnenstrahlen sich vereinigen. Der Lichtpunkt kann bei einer Veränderung der Lage des Spiegels in der Ebene der Phoci über dem Kondensor verlegt werden. Bei Anwendung zerstreuten Tageslichtes erhalten wir in der Phocus-Ebene eine Darstellung derjenigen Gegenstände, von welchen Lichtstrahlen auf die reflektierende Spiegelfläche fielen; bei Anwendung des Hohlspiegels erscheint kein Spiegelbild, sondern wir erhalten eine gleichmäßige glänzende Fläche unmittelbar über dem Kondensor. Die von dieser Lichtfläche auf den Tropfen fallenden Strahlen beleuchten denselben in ihrer Gesamtheit gleichmäßig; wenn wir das Schicksal der Strahlen im Tropfen von irgend einem Lichtpunkte aus weiter verfolgen, so erscheint es natürlich, daß derjenige Teil des Tropfens intensiver beleuchtet wird, auf welchen die Strahlen unter kleineren Winkeln einfallen. (cf. Figg. 15c, 15d und den dazu gehörigen Text.)

Figg. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 stellen die Verteilung von Lichtstrahlen im Tropfen dar, welche von links (von L aus) unter verschiedenen Winkeln auf das Deckglas fallen. A und B bezeichnen die Stellen der Phocus-Anhäufungen; Figg. 8, 9 und 10 zeigen die Verteilung der Strahlen in solchen Fällen, in welchen die Lichtstrahlen eine totale innere Reflexion von der Luftoberfläche aus erleiden. Die Zeichnungen bedürfen weiter keiner ausführlichern Erläuterung. (cf. Figg. 14a, b und 15 sowie dazu gehörigen Text).

Figg. 11 und 12 zeigen die Umrisse der optischen Durchschnitte von Tropfen, deren sphärische Seite nach oben gekehrt ist, d. h. welche oben auf dem Glase aufliegen. Die Strahlen fallen von links von der Lichtquelle L ein, während auf der entgegengesetzten Seite des Tropfens an den Stellen A, B eine Anhäufung dieser Strahlen stattfindet. (cf. Figg. 17a, b, c und 18, sowie den dazu gehörigen Text.)

Fig. 13 zeigt die schematische Darstellung von Strahlen, welche vom Spiegel zurückgeworfen werden und den Kondensor des Mikroskopes passieren. Es sind zwei Phoci F_1 und F_2 dargestellt, welche aus den Strahlenlinien L_1 und L_2 entstehen. Die Phoci, welche den Lichtpunkten der Lichtquelle entsprechen, deren Strahlen unter verschiedenen Winkeln auf den Spiegel fielen, bilden in ihrer Zusammenwirkung eine leuchtende Fläche, welche dann für den Tropfen als Lichtquelle auftritt.

Fig. 14 a und b. Fig. 14a zeigt die Art und Weise des Auflegens des photographischen Papieres abc oben auf das Deckglas, auf eine der Hälften des Hängetropfens. Die Linie ab ist parallelliegend mit den Strahlen der stärksten Lichtquelle, des Fensters (L); das Licht konnte durch den nicht bedeckten Teil des Tropfens frei in den letztern eindringen.

Fig. 14b zeigt das Resultat der Wirkung des Lichtes, welches von oben von L_1 und L_2 aus in den rechtsseitigen Teil des Tropfens eintrat und sich von hier aus in dem linken Teile des Tropfens ausbreitete. Indem die Lichtstrahlen diesen linken Teil des Tropfens durchliefen, erreichten sie das photographische Papier und hinterließen auf demselben die Zeichen ihrer aktinischen Wirkung in Gestalt von Lichtringen, welche sich an der Peripherie der Tropfen befinden; an der mit dem Buchstaben F bezeichneten Stelle, welche sich an der der stärksten Lichtquelle L entgegengesetzten Seite befindet, ist der Lichteffekt am allerstärksten ausgedrückt.

Fig. 15a, b, c und d. Nachdem ich mich aus dem Vorangegangenen überzeugt hatte, daß die Lichtstrahlen der stärksten Lichtquelle ihre Wirkung im entgegengesetzten Teile des Tropfens äußern, legte ich das photographische Papier abc quer zur Richtung der Lichtstrahlen, wie solches Fig. 15a darstellt.

Fig. 15b zeigt den Lichteffekt, wie solcher infolge der Wirkung von direkten Sonnenstrahlen bei völlig wolkenfreiem Himmel sich darstellt. Die Dauer der Einwirkung betrug $1/4$ bis 1 Sekunde. Der feine Lichtstreifen F erscheint auf dem Papier in außerordentlich deutlicher Weise.

Fig. 15c zeigt die gleichzeitige Wirkung des vom Plan-Spiegel mit dem Kondensor reflektierten, direkten Sonnenlichtes und des unmittelbar von oben in den Tropfen eindringenden Lichtes; das vom Planspiegel zurückgeworfene Sonnenlicht sammelt sich über dem Kondensor in einem glänzenden Punkte; die von diesem Phocus ausgehenden Strahlen dringen in den Tropfen ein. Analog der in Fig. 2 dargestellten Skizze wird die Wirkung dieser Strahlen, selbst wenn sie auch von dem Lichtpunkte unter gleichen Winkeln auslaufen, keine gleichartige sein; diejenigen von ihnen, welche in den Tropfen parallel mit den Radien der Kugel oder unter irgend einem kleinen Winkel eindringen, bringen im Tropfen einen größern Lichteffekt hervor, als diejenigen Lichtstrahlen, welche eine größere Abweichung von der Richtung der Radien zeigen. (cf. Fig. 2). Das photographische Papier (Fig. 15c) markiert diese Wirkung des Sonnenlichtes auf den Tropfen fast momentan (während einer Expositionszeit von nur $1/4$ Sekunde) in Form des Fleckens S, dessen mittlerer Teil als ein scharf umgrenzter Punkt erscheint. Die Kreuzchen in dieser Fig. (15c) zeigen an, daß man diesen Sonnenlicht-Fleck auf jedem beliebigen Teile des Hängetropfens hervorrufen kann, je nachdem wir den Reflexionsspiegel des Mikroskopes einstellen. In demselben Zeitraume von $1/4$ Sekunde riefen die von oben in den Tropfen eindringenden

Sonnenstrahlen auf dem Papier einen Abdruck in Gestalt eines scharf ausgedrückten feinen Strichleins F hervor.

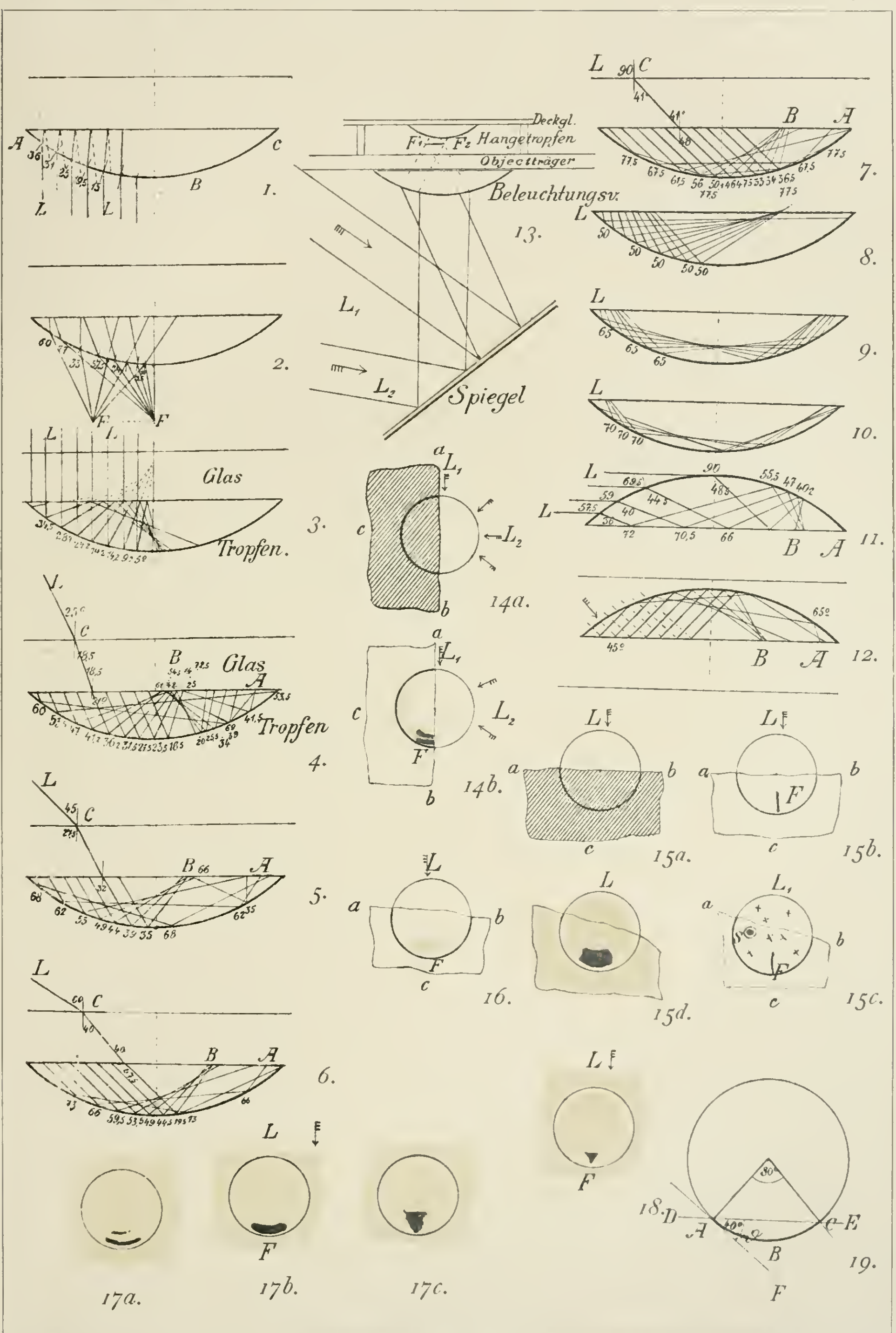
Fig. 15d zeigt die gleichzeitige Wirkung des zerstreuten Lichtes, welches 1. vom Spiegel zurückgeworfen wird und den Kondensor passiert und 2. unmittelbar von oben in den Tropfen eindringt. Das Licht aus dem Kondensor verdunkelte das photographische Papier in Gestalt eines großen Fleckens, mit Ausnahme eines Ringes um den Tropfenrand herum; das Licht, welches von oben in den Tropfen einfiel, bildete aber einen intensiveren Lichtfleck in demjenigen Teile des Tropfens, welcher auf der der Lichtquelle entgegengesetzten Seite lag und zudem noch mit dem Papier zugedeckt war.

Fig. 16 zeigt die gleichzeitige Wirkung von schwachem, zerstreutem Tageslicht bei trübem, bedecktem Himmel, welches 1. vom Planspiegel unterhalb des Mikroskopes ohne Kondensor zurückgeworfen wurde, und 2. direkt von oben in den Tropfen eindrang. Innerhalb desselben Zeitraumes (ca. 1/2 Stunde), währenddessen sich der Lichtfleck F unter der Einwirkung der direkt von oben auf das Hängetropfensystem einfallenden Lichtstrahlen sehr schön deutlich darstellte, zeigte das vom Spiegel reflektierte Unterlicht gar keine Wirkung.

Fig. 17a, b, c zeigt verschiedene Fälle photographischer Aufnahmen von Tropfen, welche mit ihrer sphärischen Seite nach oben gekehrt sind. Die Tropfen sind auf dünnen Deckgläsern angebracht; unter diese Deckgläser wurde das photographische Papier gelegt; der Buchstabe L und die Pfeile bezeichnen die Richtung der Lichtstrahlen von der stärksten Lichtquelle aus. Auf den Photographien tritt deutlich der Lichtfleck F in denjenigen Teilen der Tropfen hervor, welche der Lichtquelle entgegengesetzt gelagert sind. Alle übrigen Partien des Tropfens, mit Ausnahme des Ringes um denselben herum, verdunkeln sich unter der Einwirkung des Lichtes in demselben Grade, wie derjenige Teil des photographischen Papieres, welcher sich außerhalb des Bereiches des Tropfens befindet. Diese Verdunklung des Papieres sowohl im Bereiche des Tropfens, als auch außerhalb desselben, ist jedoch bedeutend schwächer als der Lichtfleck F.

Fig. 18. Der Tropfen ist ebenfalls mit seiner sphärischen Seite nach oben gekehrt; zur photographischen Aufnahme wurde er jedoch den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt. Die Richtung der Lichtstrahlen von oben ist durch den Buchstaben L und einen Pfeil angedeutet. Der von der Sonne hervorgerufene Lichteffekt wird in Gestalt einer scharf begrenzten unregelmäßigen Figur auf der der Lichtquelle entgegengesetzten Seite ausgedrückt.

Fig. 19. Der Bogen ABC stellt die Kontur eines der sehr steilen Tropfen dar. Radius und Zentrum sind auf grobe Weise durch Skizzen-Konstruktion gefunden. Die Linie DE stellt die Begrenzung des Deckglases dar. Der Winkel $FAC = \vartheta = 40^0$ ist der Randwinkel.



Chmielevsky del. Verlag von Gustav Fischer, Jena. P. Weise, Lith., Jena.



Studien über Gefäßbündeltypen und Gefäßformen.

Von

P. Emmanuel Scherer, O. S. B.
aus Flühli (Luzern).

(Mit Tafel 2—4.)

Einleitung.

Angeregt durch die Arbeit von W. Laux „über die Leitbündel im Rhizom monokotyler Pflanzen", hatte ich zuerst die Absicht, eine vergleichend anatomisch-physiologische Bearbeitung der sogenannten konzentrischen Bündel, soweit solche für die Phanerogamen bekannt sind, zu versuchen. Verschiedene Gründe jedoch brachten mich von meinem Vorhaben ab, einerseits der Mangel an Arbeitsmaterial, anderseits die Tatsache, daß ich bei den Vorarbeiten auf einige Dinge stieß, welche meine vollste Aufmerksamkeit in Anspruch nahmen und mir einer weitern Verfolgung wert erschienen.

So ist die vorliegende Arbeit entstanden, deren erster Teil einen Beitrag zur Kenntnis der Gefäßbündelformen des Monokotylenstammes enthält, während sich der zweite mit den Primordialgefäßen, vorzüglich der Wurzeln befaßt. Es scheint vielleicht noch einer Rechtfertigung zu bedürfen, daß hier Dinge, die als längst bekannt und erledigt gelten, aufs neue zur Sprache kommen, aber wohl jeden, der sich mit einem enger umgrenzten, wenn auch scheinbar noch so gut bekannten Gegenstande beschäftigt hat, wird das Gefühl überkommen sein, daß oft gerade das, was man allgemein für ausgemacht hält, am meisten verdiente, untersucht zu werden.

Zudem glaube ich, ein gewisses Gewicht darauf legen zu dürfen, daß diese Arbeit auf dem Boden anatomisch-physiologischer Betrachtungsweise steht. Wenn die ältere vergleichende Anatomie auch eine reiche Fülle von Tatsachen erschloß, wofür Werke, wie jenes von de Bary, beredtes Zeugnis ablegen, so ist dieselbe doch fast immer am Nachweise des Zusammenhanges zwischen morphologischem Bau und physiologischer Leistung vorübergegangen. Zur Ausfüllung dieser Lücke etwas beizutragen, ist ein weiterer Zweck dieser Arbeit.

I.

Über die Gefäßbündeltypen der *Monocotylen.*

§ 1. Einteilung der Bündel. Gesichtspunkte über den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion derselben.

Die große Mannigfaltigkeit, welche die Gefäßbündel der monokotylen Stämme im Gegensatz zu den *Dicotylen* in ihrem Baue zeigen, berechtigt uns zur Aufstellung von Gefäßbündeltypen. Bei einer solchen läßt sich aber ein einheitliches Prinzip nicht gut anwenden, und so habe ich in der folgenden Gruppierung sowohl die Lagerung von Hadrom und Leptom zueinander, als auch gewisse auffallende Größenunterschiede in der Ausbildung der Elemente des erstern zur Abgrenzung herangezogen. Die einzige bis jetzt versuchte oder mir wenigstens bekannt gewordene Einteilung rührt von Russow[1]) her. In teilweiser Anlehnung an dieselbe glaube ich etwa folgende Typen, die aber durch zahlreiche Übergänge miteinander verbunden sind, aufstellen zu können:

1. Typus. Leptom vom Hadrom vollständig oder beinahe vollständig umgeben; sämtliche großen Gefäße ungefähr gleichlumig. In den Rhizomen sehr vieler monokotyler Pflanzen.

2. Typus. Leptom dem Hadrom angelagert, sich gegenseitig begrenzend mit einer großen Berührungsfläche, welche im Querschnitt entweder eine gerade Linie oder eine Ausbeugung nach der einen oder andern Seite darstellt. Ohne auffallend große Gefäße. Hierher gehören die meisten *Liliaceen.* Dieser Typus ist wenig einheitlich und besonders mit dem vorhergehenden durch Übergänge verbunden.

3. Typus. (*Asparageen*-Typus Russows). Leptom vom Hadrom in Form zweier Schenkel, die je 2—3 große Gefäße führen, umlagert. Findet sich bei *Asparagus* und einer kleinen Anzahl anderer von Russow namhaft gemachter Pflanzen.

4. Typus. (*Gramineen*-Typus Russows). Leptom vom Hadrom in Form zweier Schenkel, welche je ein sehr großes Gefäß führen, umlagert. Bei den meisten Gräsern.

5. Typus. (Teilweise Palmen-Typus Russows). Leptom dem Hadrom angelagert, welch letzteres die größten Gefäße in der Mitte führt; bei einem Teile der Palmen, ferner nach Russow auch bei *Aroideen* und einigen *Scitamineen.*

6. Typus. Leptom dem Hadrom angelagert. Ersteres in zwei Teile geteilt, die tangential nebeneinander liegen. Hierher möchte ich die Gefäßbündel einiger Palmen und gewisser anderer Pflanzen rechnen, deren Verzeichnis Kny[2]) mitteilt. Ferner dürften auch die Stammbündel von *Tofieldia calyculata* Wahlbg. hierher su ziehen sein.

7. Typus. Leptom dem Hadrom angelagert. Ersteres in zwei oder mehr Teile gesondert, die radial hintereinander liegen.

---

[1]) Russow, Betrachtungen, pg. 35.
[2]) Kny, Abweichungen im Bau des Leitbündels der *Monocotyled.* pg. 96.

Hierher sind zu rechnen die ebenfalls von Kny[1]) beschriebenen Leitbündel einiger *Dioscoreaceen*, welchen ich noch jene von *Tamus communis* L. beifügen möchte.

8. Typus. Leptom dem Hadrom angelagert, mit sehr kleiner Berührungsfläche. Beide Teile radial gestreckt. Dieser Typus findet sich am schönsten bei *Scilla bifolia* L. und einigen andern Zwiebelgewächsen, worauf ich weiter unten zurückkommen werde.

9. Typus (*Scitamineen*-Typus Russows). Leptom dem Hadrom angelagert. An der Begrenzungsstelle beider findet sich eine Einschnürung. Hierher sind nach Russow zu rechnen die Bündel gewisser *Scitamineen*, *Bromeliaceen*, *Pandaneen* und *Typhaceen*.

Zunächst möchte ich bemerken, daß die Merkmale, wie sie der vorliegenden Einteilung zugrunde gelegt sind, sich meistens nur auf die größern Bündel eines Querschnittes beziehen; die kleineren und die dem Rande genäherten zeigen öfters einen abweichenden Bau.

Ferner mag vielleicht auffallend erscheinen, daß ich die sogenannten konzentrischen Bündel als 1. Typus den übrigen Formen kollateraler Bündel an die Seite gestellt habe. Ich halte dafür, daß das konzentrische Bündel, wie es bei *Monocotylen* auftritt, nur eine besondere Modifikation des kollateralen ist. Diese Ansicht wird auch durch die in der Einleitung erwähnte Abhandlung von Laux, der zwar am Unterschiede zwischen konzentrischen und kollateralen Bündeln festhält, gestützt. Aus derselben[2]) geht nämlich hervor, daß auf einem und demselben Querschnitt sich oft die mannigfachsten Übergangsformen vom kollateralen zum perixylematischen Typus finden, ferner, daß eine Umwandlung eines und desselben Leitbündels aus dem kollateralen in den konzentrischen Typus und wieder in den kollateralen statthaben kann, und endlich, daß sich die beiden Bündelformen nicht durch die Qualität ihrer Elementarorgane, sondern nur durch die Anordnung ihrer Hauptteile, die aber sehr verschiebbar sind, unterscheiden.

Ich bin nun keineswegs in der Lage, für jeden der oben aufgestellten Typen den Zusammenhang zwischen anatomischem Bau und physiologischer Leistung aufzuzeigen, glaube aber doch einiges dazu beitragen zu können. Daß ich nichts Abgeschlossenes zu bieten vermag, liegt in der Natur der Sache, da einmal die physikalischen Grundlagen hier nicht in gleicher Weise sichergestellt sind, wie etwa bei der mechanischen Inanspruchnahme, sodann auch unsere Kenntnisse, abgesehen von anderm, z. B. über die Leitungsvorgänge und deren Zusammenhang noch zu lückenhaft sind, um an eine solche Arbeit zu gehen.

[1]) Kny, Abweichungen, pg. 104.

[2]) Laux, Beitrag zur Kenntnis der Leitbündel im Rhizom, pg. 48.

Für den Typus eines Gefäßbündels, vor allem für die Art und Weise einer Anordnung der einzelnen Elemente in demselben, dürften einmal ernährungsphysiologische Gesichtspunkte von Bedeutung sein. Für die Wasserbewegung z. B. besitzen solche Bedeutung die Beziehungen zwischen Gefäßen und angrenzendem Parenchym, welch letzteres ja höchstwahrscheinlich die lebendige Kraft für die Wasserbewegung liefert. Oder man denke an den Transport von Eiweißstoffen durch Elemente des Leptoms, bei welchem, wie man anzunehmen geneigt ist, die festen Elemente des Bündels vielleicht als Widerlager dienen, während wieder turgeszente Zellen für die erforderliche Druckkraft sorgen. Nicht weniger einschneidende Bedeutung kommt wohl mechanischen Gesichtspunkten zu. Einige Bündelformen, wie jene des 1. Typus, ferner der *Gramineen*- und *Asparageen*-Typus legen die Vermutung nahe, daß das Hadrom gegenüber dem Leptom eine schützende Funktion übernommen hat. Öfters treten die Gefäßbündel offenkundig in den Dienst des mechanischen Prinzips, zur Herstellung der erforderlichen Festigkeit gegen äußere Einflüsse, z. B. im Knoten einiger *Juncaceen*, wo nach Laux[1]) perixylematische Bündel auftreten, um dem Knoten eine erhöhte Festigkeit zu verleihen; ferner in Wurzeln oder auch in oberirdischen kurzlebigen Pflanzenteilen, besonders wenn letztere eigentlicher mechanischer Gewebe entbehren. Sodann treten Gefäßbündel öfters in Kombination mit mechanischen Elementen und helfen mit zur Bildung von Trägern.

Neben ernährungsphysiologischen und mechanischen Gesichtspunkten dürfte ferner auch dem zeitlichen Beginne der Vegetationsperiode und deren Verlauf ein Einfluß auf die Gestaltung der verschiedenen Bündelformen zukommen.

§ 2. Spezielles über die Typen 2, 6, 8 aus der Literatur und nach eigenen Untersuchungen.

Im folgenden möchte ich die Typen 6, 2, 8, betreffend einige spezielle Beobachtungen, anführen. Kny[2]) hat gefunden, daß in den unter Typus 6 erwähnten, von ihm hauptsächlich für Palmen beschriebenen Fällen die Einschiebung von Sklerenchymplatten (Komplexe mechanischer Zellen) zwischen die Elemente des Leptoms vor allem ein Mittel zur Erhöhung der Biegungsfestigkeit für die betreffenden Organe bildet, gleichzeitig aber auch dem Schutze des meist sehr zartwandigen Leptoms zugute kommt. „Wie eine Vergleichung der Blattstielquerschnitte ergibt," sagt Kny, „sind die meisten Bündel in ihnen derart orientiert, daß ihre Mediane nahezu mit der Richtung übereinstimmt, in welcher die betreffenden Organe auf Biegungsfestigkeit vorzugsweise in Anspruch genommen werden. Eine oder mehrere Sklerenchymplatten, welche den Weichbast seiner

[1]) Laux, Beitrag.

[2]) Kny, Abweichungen im Bau des Leitbündels der *Monocotyled.* pg. 105 ss.

ganzen Dicke nach in dieser Richtung durchsetzen und eine direkte Verbindung zwischen dem äußeren Teile und dem Xylem herstellen, werden deshalb beim Biegen des Blattstieles eine zu große Annäherung beider, den Weichbast einschließenden Gewebe verhüten und deren Druck auf seine Zellen vermindern und werden gleichzeitig den ganzen Blattstiel widerstandsfähiger gegen seitlich wirkende Kräfte machen."

Kny stellte sodann auch fest, daß die besprochene Teilung des Phloëms nicht in allen Partien derselben Pflanze in gleichem Maße hervortritt. Bei den Blättern von *Chamaerops humilis* und *Rhapis flabelliformis* findet sich dieselbe besonders im untern und mittlern Teile des Stieles, während nach oben hin dem Stiele auch im erwachsenen Zustande ein höherer Grad von Geschmeidigkeit gewahrt bleiben muß, um bei stürmischem Wetter ein Ausweichen der Spreite zu ermöglichen. Was die Spreite selbst betrifft, so nimmt sie von der Basis nach der Spitze zu allmählich an Biegungsfestigkeit ab. Je mehr man deshalb in der Blattspreite von *Chamaerops humilis* nach aufwärts geht, desto mehr nimmt in den großen Bündeln im allgemeinen die Deutlichkeit der Zweiteilung des Phloëms ab. Der trennende Sklerenchymstreifen ist unterbrochen oder löst sich in einzelne mehr oder weniger unregelmäßig verteilte, isolierte oder mannigfach in Verbindung miteinander tretende Gruppen verdickter Zellen auf. An den Spitzen der Fiederchen sind nur noch kleinere und mittlere Bündel mit fast durchweg einfachem Phloëmkörper vorhanden.

Eine oben bereits erwähnte Teilung des Leptoms wurde von mir auch für *Tofieldia calyculata* Wahlbg. beobachtet. Die Bündel im Stamme (Fig. 7) dieser Pflanze liegen entweder dem subepidermalen mechanischen Ringe an, oder sie besitzen einen mechanischen Beleg auf der Leptomseite. In beiden Fällen wird das Phloëm durch eine vorspringende Platte mechanischen Gewebes, das öfters aus typischen mechanischen Zellen besteht, entweder in zwei Teile entzwei geschnitten, wenn die Platte das Hadrom des Bündels erreicht, oder, wenn dies nicht der Fall ist, nur eingebuchtet. Offenbar handelt es sich auch hier um eine Schutzfunktion gegenüber dem Leptom. Wie dieselbe im besondern aufzufassen ist, als Schutz gegen mechanische Einwirkungen oder gegen Kollabieren bei zu starker Transpiration, kann ich nicht entscheiden, doch glaube ich, daß letzteres wahrscheinlicher ist. Vielleicht gehört die beschriebene Erscheinung auch zu jenen Steppenzeichen, welche einzelne Gräser und Scheingräser unserer Flora aufweisen, die nebst den außergewöhnlichen Verdickungen der Schutzscheide nach der Ansicht Schwendeners[1]) offenbar nicht an den heutigen Standorten Mitteleuropas, sondern in der durch größere klimatische Extreme ausgezeichneten nordasiatischen Urheimat entstanden sind.

[1]) Schwendener. Gesammelte bot. Mitteilungen Bd. I. pg. 84.

Eine andere Erscheinung, welche ebenfalls zeigen dürfte, wie die Form der Gefäßbündel durch mechanische Anforderungen, welche an eine Pflanze herantreten, beeinflußt wird, beobachtete ich bei *Narcissus poeticus* L. Im Blütenschafte dieser Pflanze finden sich eine Strecke unterhalb des häutigen Hochblattes größere Gefäßbündel in einem Kreise angeordnet. Dieselben (Fig. 12) gehören dem Typus 2 an, mit geradliniger Begrenzungsfläche zwischen Hadrom und Leptom. Auf der Außenseite, das Leptom bogenförmig umfassend, findet sich ein Belag mechanischer Zellen. Schnitte kurz unterhalb des häutigen Hochblattes zeigen, daß hier der Belag mechanischer Zellen nahezu vollständig verschwunden ist. Dagegen weist der Hadromteil eine Einbuchtung auf, die bis zu einer eigentlich bifurkaten Gestalt übergeht. In der Region, wo das Hochblatt abgeht, machen sich dann Umlagerungen geltend, und ein Teil der Gefäße tritt in das Hochblatt ein. Der übrige Teil ordnet sich dann in diesem obersten Teile des Blütenschaftes zu größern und kleinern Gefäßbündeln, von welchen erstere eine mehr oder weniger konkave bis bifurkate Anordnung der hadromalen Elemente zeigen (Fig. 13).

Es liegt nahe, hier die Veränderung in der Form der Gefäßbündel mit dem Verschwinden des mechanischen Belags in Beziehung zu bringen, indem nun der Gefäßteil einerseits eine erhöhte Schutzfunktion für das Leptom, anderseits im Vereine mit dem häutigen Hochblatt die Sicherung der Biegungsfestigkeit des obersten Teiles des Blütenschaftes übernimmt. Beides wird durch eine mehr oder weniger bifurkate Anordnung seiner Elemente sehr zweckmäßig erreicht.

Ähnliche Verhältnisse beobachtete ich auch bei *Narcissus pseudonarcissus* L., doch ist dort der mechanische Belag des Leptoms bedeutend schwächer.

Die Art und Weise der Anordnung von Hadrom und Phloëm, welche den 8. Typus charakterisiert, findet sich am ausgesprochensten bei einigen *Amaryllideen* und *Liliaceen*, so in Blatt und Stamm von *Galanthus nivalis* L., *Leucojum vernum* L., *Scilla bifolia* L., *Hyacinthus orientalis* L., in den Blättern von *Muscari comosum* Mill. und *Gagea arvensis* R. et Sch. Der Unterschied der linearen Ausdehnung der Gefäßbündel in radialer und tangentialer Richtung ist ein so auffallender, daß er beim ersten Anblicke eines entsprechenden Querschnittes in die Augen springt. Der Kürze halber werde ich die Ausdehnung in radialer Richtung als Länge, jene in tangentialer als Breite bezeichnen. Die Gefäße sind in der Längsrichtung meistens eines an das andere gereiht, von ziemlicher Weite und öfters radial etwas abgeplattet, Eigentümlichkeiten, auf die ich noch (unter § 3) zurückkommen werde. An den Hadromteil schließt sich der ebenfalls radial gestreckte Siebteil an.

Eine solche Ausbildung der Gefäßbündel findet sich bei einzelnen Pflanzen sowohl in Blatt als Stamm, wie die Skizze eines Querschnittes durch Stamm und Blätter von *Scilla bifolia*

(Fig. 8) zeigt. Bei andern hierher gehörigen Pflanzen findet sich dieselbe nur im Blatte. Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung von Messungen an Querschnitten einiger von mir untersuchter Pflanzen, welche die geschilderten Verhältnisse aufweisen. Die Zahl der Pflanzen, denen solche radial gestreckte Bündel in Stamm oder Blatt zukommen, läßt sich mit Wahrscheinlichkeit noch vermehren.

Spezies.		Radiale Länge der Gefäßbündel.	Breite der Gefäßbündel.
Scilla bifolia	Stamm	210 μ	42 μ
	Blatt	360 „	60—78 „
Leucojum vernum	Stamm	300 „	48—78 „
	Blatt	246 „	60 „
Galanthus nivalis	Stamm	252 „	30 „
	Blatt	250 „	48 „
Hyacinthus orientalis	Stamm	342 „	108 „
	Blatt	270 „	55 „
Gagea arvensis	Blatt	312 „	48 „

Aus diesen Angaben ersieht man, daß die Längenausdehnung in einzelnen Fällen das Fünf- und Mehrfache der Breite beträgt. Unter welchem Gesichtspunkte wird nun eine derartige Anordnung der Elemente des Gefäßbündels verständlich?

Sämtliche Pflanzen, an welchen ich die beschriebene Bündelform beobachtet habe, besitzen eine nur sehr kurze Vegetationsperiode und zeigen außer einer mehr oder minder verdickten Epidermis, weder im Stamm noch in den Blättern spezifisch mechanische Elemente. Da sie aber doch auf einen gewissen Grad von Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen werden (man denke nur an die Stürme, welche im Vorfrühling, zur Blütezeit dieser Pflanzen, das Gelände durchfegen), und die Turgeszenz allein wohl nicht ausreichen dürfte, so ist man versucht anzunehmen, daß hier diese Bündelform wesentlich im Dienste des mechanischen Prinzipes stehe.

Im Gegensatze zu den Elementen des Grundgewebes besitzen die Gefäßbündel doch einen größern Zusammenhalt und eine gewisse Festigkeit, natürlich im Hadromteile, welcher sehr wohl geeignet ist, bei entsprechender Anordnung mechanischen Anforderungen zu genügen, wenn dieselben ein gewisses Maß nicht übersteigen. Im Stamme, z. B. von *Scilla bifolia*, besitzen die Bündel, wie aus der Abbildung (Fig. 8) ersichtlich ist, eine fächerförmige Anordnung, indem sie vom Mittelpunkte nach allen Richtungen gleichmäßig gegen die etwas verdickte Epidermis ausstrahlen. Sie bilden also einen der Peripherie genäherten Kreis von Trägern, bekanntlich eine mechanisch günstige Konstruktion für Organe, die auf Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen werden. In den Blättern ist die Anordnung der Bündel eine solche, daß die Längenausdehnung derselben im

Blattquerschnitt senkrecht auf dessen größerm Durchmesser steht, also wiederum eine vorzügliche Einrichtung, um das Einknicken der Blattspreiten zu verhüten.

Interessant sind in dieser Beziehung die Blätter von *Narcissus poeticus* L. Während bei *Scilla bifolia* und *Leucojum vernum* die Blätter in ihrer ganzen Längenausdehnung eine ähnliche bandförmige Anordnung der hadromalen Elemente zeigen, findet sich eine solche in den Blättern von *Narcissus poeticus* nur im untern Teile des Blattes. Hier (Fig. 9) sind in den großen Gefäßbündeln die Gefäße radial aneinander gereiht und bilden teilweise mit der Epidermis anliegenden kleinen Bündeln kombinierte Träger. Schon in der Mitte (Fig. 10) des Blattes ist jedoch diese Anordnung fast aufgegeben, und gegen die Spitze zu ist die tangentiale Ausdehnung eher größer als die radiale (Fig. 11).

Die beschriebenen Verhältnisse hängen wohl mit der mechanischen Inanspruchnahme zusammen. Dieselbe ist bekanntlich an der Basis des Blattes am größten, am kleinsten an der Spitze.

Vergleichsweise sei hier auch noch das Verhalten erwähnt, welches *Scilla autumnalis* L. zeigt, eine Pflanze, die im Herbste zur Blüte kommt. Im Stamme derselben findet sich unter der Epidermis ein fester mechanischer Ring. Hier besitzen die Gefäßbündel nicht mehr Bandform, sondern es gabelt sich das Hadrom, indem es das Leptom größtenteils umfaßt und einen Anschluß an den mechanischen Ring zu gewinnen sucht.

Weil sämtliche in Betracht kommenden Pflanzen verhältnismäßig voluminöse Organe, dicke Blätter und Stengel besitzen, wäre es möglich, daß die gedachten Bündelformen eine ernährungsphysiologische Bedeutung hätten. Da aber andere Pflanzen von ähnlichem Habitus, aber mit anderweitigen mechanischen Ausrüstungen, wie manche *Allium*-Arten (Fig. 17), diese Bündelformen nicht zeigen, glaube ich, daß es wohl in erster Linie mechanische Zwecke sind, welchen diese bandförmig gestalteten Gefäßbündel dienstbar sind.

§ 3. Durchmesserverhältnisse der Gefäße als biologisches Gruppenmerkmal.

Ich habe oben auch jenen Teil der Lebensbedingungen, der im zeitlichen Beginn und Verlauf der Vegetationsperiode besteht, als einen Faktor erwähnt, der für die Gestaltung der Leitbündel in Betracht kommen dürfte. Unter diesen Gesichtspunkt fallen die folgenden Ausführungen, welche sich mit dem Zusammenhange zwischen Größe und Entwicklungsfolge der Gefäße einiger Pflanzen, insoweit also auch mit ihrer Bündelform beschäftigen.

Sämtliche beim *Scilla*-Typus (8) oben aufgezählten Pflanzen sowie einige andere mit Bündeln, die der Hauptsache nach dem 2. Typus angehören, zeigen einige bemerkenswerte Eigentümlichkeiten inbezug auf Weite und Aufeinanderfolge der Gefäße.

Jedenfalls kann die Behauptung[1]), daß im Stengel die Vasalteile ihre engsten Gefäße nach innen, die weitesten nach außen kehren, in dieser Allgemeinheit nicht zu Recht bestehen. Bereits de Bary[2]) macht einige gegenteilige Angaben. In den seitlich abgeplatteten Monokotylenbündeln liegen die Tracheen in einer ununterbrochenen einfachen oder streckenweise mehrfachen, von innen nach außen gehenden Reihe. In dieser pflegt auf einen oder wenige enge Erstlinge nach außen eine einzelne oder wenige Tracheen von beträchtlicher Weite zu folgen, z. B. eine sehr große Spiraltracheide im Blattstiel von *Musa, Canna,* weiter nach außen keine Tracheen mehr oder einige relativ sehr enge, z. B. bei *Musa*, *Canna*, *Heliconia* und andern mehr. Auch die breiten, nicht seitlich abgeplatteten Bündel im Stamme mancher Palmen zeigen das gleiche Verhalten."

Zwei Tatsachen sind es, die in dieser Stelle angetönt werden, einmal, daß auf eines oder wenige enge Erstlingsgefäße sofort ein einzelnes oder mehrere Gefäße von beträchtlicher Weite folgen können, ferner, daß der Abschluß des Hadromteils gegen die Rinde hin durch relativ sehr enge Elemente geschehen kann.

Diese beiden Erscheinungen finden sich nun auch, teilweise in typischer Ausbildung, bei den hier in Rede stehenden Pflanzen. Es gehören nach meinen Beobachtungen hierher:

Galanthus nivalis L.
Leucojum vernum L.
Scilla bifolia L.
Hyacinthus orientalis L.
Muscari racemosum D. C.
Muscari comosum Mill.
Narcissus poeticus L.
Narcissus pseudonarcissus L.
Arum maculatum L.
Fritillaria tenella M. B.
Gagea arvensis R. et Sch.
Allium sphaerocephalum L.
Gladiolus sp.
Tulipa Gesneriana L.

Am ausgeprägtesten zeigen die sechs zuerst aufgeführten Pflanzen die erwähnten Eigentümlichkeiten. Jedoch sind dieselben auch bei den meisten der übrigen, wenigstens in ihren Blättern, immerhin noch sehr in die Augen fallend.

Ich lasse hier einige Messungen folgen, welche ich an Querschnitten durch solche Pflanzen ausgeführt habe. So wurden bei *Scilla bifolia* in Stamm und Blatt für je ein Bündel die Durchmesser sämtlicher Gefäße ermittelt. Ob die als die ersten aufgeführten Gefäße auch immer wirklich die ältesten sind, oder ob ein Teil der Erstlinge schon zerstört war, ließ sich nicht immer genau feststellen.

---

[1]) Strasburger, Lehrbuch, pag. 91.
[2]) De Bary, Anatomie. 335, 336.

Scilla bifolia Blatt	I.	Gefäß	20 μ
	II.	„	38 „
	III.	„	44 „
	IV.	„	28 „
	V.	„	25 „
	VI.	„	17 „

Im Stamm beginnt das Bündel mit zwei kleinen Gefäßen von 7 und 10 μ, dann folgen

	III.	Gefäß	18 μ
	IV.	„	29 „
	V.	„	23 „
	VI.	„	24,5 μ
	VII.	„	13 μ
	VIII.	„	10 „.

Für ein Bündel im Stamme von *Leucojum vernum* fand ich: I. Gefäß 11 μ, II. Gefäß 34 μ, III. Gefäß 31 μ, IV. Gefäß 16 μ. Es folgen dann nicht mehr hintereinander sondern in einer Doppelreihe nebeneinander sechs Gefäße, wovon das größte 10 μ, das kleinste 4,5 μ mißt. Für das Blattbündel von *Leucojum* ergaben die Messungen: I. Gefäß 28 μ, II. Gefäß 17 μ, III. Gefäß 20 μ. Daran anschließend folgen fünf Gefäße mit 8,5—4 μ Durchmesser. Bei *Hyacinthus orientalis* fand ich für das Stammbündel folgende Werte: I. Gefäß 21 μ, II. Gefäß 24 μ, III. Gefäß 28 μ, IV. Gefäß 27 μ; dann folgen zwei Gefäße mit 25 und 21 μ nebeneinander; daran lehnen sich weitere sieben Gefäße mit 14—6 μ Durchmesser an. In einem Blattbündel von *Hyacinthus* erscheinen zu innerst Überreste zerquetschter Primanen, dann folgen: I. Gefäß 11 μ, II. Gefäß 20 μ, III. Gefäß 11 μ, IV. Gefäß 11 μ. Um dieses letzte bogenförmig gelagert, finden sich weitere zwölf Gefäße von fast gleicher Größe mit ungefähr 5 μ Durchmesser.

Im Stamm von *Muscari racemosum*, wo die Gefäße nicht mehr bandförmig angeordnet sind, beginnt das Bündel mit einigen halbzerdrückten Primanen, dann folgt ein Gefäß mit 11 μ, dann drei weitere von 24—29 μ Durchmesser; sodann nimmt die Weite wieder ab, und die letzten Gefäße zeigen nur mehr 6—9 μ Durchmesser. Ebenso bei *Fritillaria tenella*, wo zuerst drei Gefäße sich finden von 7—12 μ. Darauf folgen solche von 30—40 μ Durchmesser; dann wird derselbe wieder kleiner, und die letzten Gefäße zeigen nur mehr 7—5 μ.

Aus diesen Messungen und den beigefügten Zeichnungen geht deutlich hervor, daß in den Gefäßbündeln des Stammes und der Blätter der aufgeführten Pflanzen auf ein oder wenige enge Erstlingsgefäße öfters sofort weitlumige Gefäße folgen, und zwar zeigen nicht selten die unmittelbar folgenden das größte Lumen, ferner, daß die letzten Gefäße gegen die Rinde hin nicht das weiteste Lumen besitzen, sondern sich vielmehr ein in den Einzelfällen mehr oder minder plötzliches Sinken der Durchmessergröße zeigt.

Bei einigen hierher gehörigen Pflanzen finden sich aber zwischen oder neben den großen Gefäßbündeln auch noch kleine, welche sich dadurch auszeichnen, daß sie in der Mehrzahl der Fälle innen sogleich mit den weitlumigsten Gefäßen beginnen und nach dem Leptom zu immer kleinere Gefäße bilden, also gewissermaßen einen Gefäßteil zeigen, der wie die Hadromplatte einer Wurzel aussieht. Das ist sonach genau das umgekehrte Verhalten gegenüber der bekannten Regel. (Figur 4—6.)

Welches ist nun der kausalfinale Grund für die ganze eben geschilderte, doch etwas auffallende Erscheinung?

De Bary gibt für die von ihm beschriebenen ähnlichen und oben angeführten Vorkommnisse keine Erklärung. Ich lasse mich auf eine Deutung der bezeichneten Erscheinungen für die speziell von ihm aufgeführten Pflanzen ebenfalls nicht ein, da ich die Lebensweise sowohl als auch die anatomische Beschaffenheit derselben nicht genau genug kenne. Für die von mir aber namhaft gemachten Pflanzen, die sich überdies als eine biologische Gruppe darstellen, möchte ich eine, wie ich glaube, nicht ganz unbefriedigende Erklärung zu geben versuchen,

Fassen wir einmal die Lebensverhältnisse dieser Pflanzen etwas näher ins Auge.

Sämtliche Pflanzen besitzen Zwiebeln oder Knollen und sind ohne Ausnahme Kinder des Frühlings oder sogar des Vorfrühlings. So blüht *Galanthus nivalis* schon im Februar, *Scilla bifolia* und *Leucojum vernum* im März und April, *Muscari racemosum* im April, *Muscari comosum* im Mai. Durch die in der Zwiebel oder im Knollen aufgehäuften Reservestoffe sind diese Pflanzen imstande, sobald nach dem Schmelzen des Schnees günstige Temperaturverhältnisse und entsprechende Vegetationsbedingungen eingetreten sind, sich mit einemmale, so zu sagen, über Nacht zu entwickeln. Auffallender als bei uns, ist diese Erscheinung in andern Vegetationsgebieten z. B. etwa den ungarischen Pußten, die nur im Frühling einen üppigen farbenreichen Blumenflor aufweisen, sobald aber die wärmere Jahreszeit eintritt, infolge der Hitze und mangelnden Feuchtigkeit das Bild einer öden Steppe bieten. Hier sind es die gleichen Zwiebelgewächse oder stellvertretende Arten, die in üppigster Fülle, wie mit einem Schlage die weiten Ebenen bedecken, um nach kurzer Dauer ebenso schnell, wie sie emporgeblüht, auch wieder zu verschwinden. Ein ähnliches Bild bietet nach Rikli[1]) auch die Niederungsflora der Insel Korsika, mit ihren zahlreichen Arten der Gattungen *Narcissus*, *Gladiolus*, *Hyacinthus*, *Romulea*, *Muscari*, *Ornithogalum*, *Leucojum*, *Allium*.

Nicht unterlassen möchte ich es, hier kurz noch einige Worte Grisebachs[2]) zu zitieren. Nach ihm ist die Entwicklung der Tulpenzwiebel gleichsam ein Symbol für intensive Benutzung der

[1]) Rikli, Bot. Reisestudien. pag. 26.
[2]) Grisebach, Die Vegetation der Erde. Bd. I. pag. 451.

Zeit, für die Sicherung des Fortbestandes und der periodischen Wiederbelebung organischer Naturkräfte im Kampfe mit dem Klima. „Solange die Blätter sich mit Wasser versorgen können, arbeiten sie an der Ausstattung der Zwiebel mit Nährstoffen; in demselben Maße, als die Ablagerungen des vorhergehenden Jahres zur Entfaltung der Blüten, zur Reife des Samens und zur Ausbildung neuer Blätter verwendet werden, wobei von den alten Organen nur die häutigen Außenschalen übrig bleiben, hat im Innern derselben wieder eine verjüngte Masse von Nahrungsspeichern für das kommende Frühjahr den Raum der verbrauchten Stoffe eingenommen und kann nun den langen Sommer und Winter hindurch in Ruhe ausharren, bis die Lebensreize den Bildungstrieb aufs neue in Bewegung setzen. So bietet die Zwiebel der Tulpe zu jeder Zeit denselben Umfang, dieselbe äußere Erscheinung, aber nur scheinbar denselben Bau, ein Bild unveränderlicher Fortdauer, und doch während des Frühlings in steten Wandlungen begriffen, wie alles Leben mit einem stillen Strome vergleichbar, dessen Gewässer zu ruhen scheinen, während sie stetig, unaufhaltsam an uns vorübergleiten. Einige *Liliaceen* und die meisten *Iris*-Arten unterscheiden sich dadurch, daß sie ihre Nährstoffe in einem Wurzelstocke niederlegen, sind aber doch in ihrer jährlichen Erscheinungsweise den Zwiebelgewächsen sehr ähnlich, da die unterirdischen Organe, so sehr sie in ihrer Form abweichen, in ihrem Verhältnis zum Leben der Pflanze wesentlich übereinstimmen. Für alle diese Gewächse erscheint selbst die kurze Dauer des Steppenfrühlings noch wie ein Übermaß, von dem sie nur eine Zeitspanne von wenig Tagen zum längst vorbereiteten Wachstum jener durch Farbenschmuck und Größe auffallendsten Gebilde, von denen die Befruchtung abhängt, in Anspruch nehmen.“ Auch bei uns verschwinden diese Pflanzen des Frühlings schneller oder langsamer, und alle oben aufgezählten Arten besitzen eine oft lange Periode der Ruhe, eine sogenannte Sommerruhe, wo ihre Zwiebeln oder Knollen blatt- und stengellos in der Erde ruhen, ausgenommen *Gladiolus* und *Allium*. Einige der andern gehen sogar der Wurzeln verlustig. Es ist übrigens eine bekannte Erscheinung, daß man *Hyacinthen*-Knollen, die abgeblüht sind, im weitern Verlaufe der Vegetationsperiode nicht zum Austreiben bringen kann, sondern erst im folgenden Winter.

Die Entwicklung dieser Zwiebel- und Knollengewächse des ersten Frühlings ist also, wie aus den obigen Darlegungen hervorgeht, eine sehr schnelle, ja oft eine beinahe plötzliche. Die Lebensdauer der oberirdischen Organe ist eine relativ kurze: von der Entwicklung der Blüte bis zur Fruchtreife vergehen in unserer Gegend 1—2 Monate, kaum mehr, während an andern Orten die Dauer des Kreislaufes eine noch kürzere sein wird. Diese Gesichtspunkte erklären den eigentümlichen Bau der Gefäßbündel, die auffallende Gefäßfolge. Die starke, fast plötzlich auftretende Inanspruchnahme des Leitungssystems fordert genügend große Bahnen für das Transpirationswasser; das ist eine

unabweisbare Forderung, und wir sehen dieselbe darin verwirklicht, daß auf einmal, ohne einen vermittelnden Übergang, auf wenige englumige Erstlingselemente folgend, Gefäße entstehen, die durch Weite des Lumens hervorragen. Hat die Pflanze den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht, so sinkt die Gefäßgröße wieder, in einigen Fällen äußerst rasch, fast unvermittelt auf ungewohnt kleine Durchmesser, in andern Fällen in mehr abgestufter Reihenfolge. Es gibt einzelne Fälle, wo die plötzliche starke Inanspruchnahme des Leitungssystems und die nachherige verminderte derart zum Ausdruck kommen, daß die auf die Erstlingsgefäße unmittelbar folgenden weitlumigen Gefäße die größten des ganzen Gefäßbündels sind.

Es dürfte auch noch erwähnenswert sein, daß die meisten der in Frage kommenden Pflanzen in den Gefäßbündeln ihrer Stengel und Blätter auf eine Bildung sekundärer Gefäße ganz oder beinahe ganz zu verzichten scheinen. Wenigstens fand ich bei *Scilla bifolia*, *Galanthus nivalis*, *Muscari racemosum* nur Ring und Spiralgefäße, und höchstens die allerletzten konnten vielleicht netzförmig verdickt sein, was wegen des kleinen Lumens dieser Gefäße nicht deutlich zu sehen war. Bei *Gladiolus* spec. dagegen, einer Pflanze, welche die ganze Erscheinung nicht mehr so typisch zeigt, fand ich auch getüpfelte Gefäße. Das spärliche Auftreten sekundärer Gefäße ist leicht verständlich. Diese Pflanzen entstehen schnell und vergehen wieder ebenso schnell. Während des Emporschießens brauchen sie streckungsfähige Gefäße, und sind sie ausgewachsen, so ist auch schon ihr Ende da. Pflanzenteile aber, welche sekundäre Elemente in größerer Anzahl anlegen, insbesondere leiterförmig und porös verdickte Formen, lassen auf eine längere Lebensdauer im ausgewachsenen Zustande schließen.

In den Blättern der besprochenen Pflanzen kommt die rasche Größenzu- und -abnahme der Gefäße gewöhnlich noch ausgesprochener zur Erscheinung als im Stamm. Besonders ist das der Fall bei einigen Pflanzen mit relativ langer Lebensdauer der oberirdischen Teile, wie z. B. *Gladiolus*. Hier zeigt ein Querschnitt durch den Stengel nicht gerade viel von einer raschen Größenzunahme der Elemente (Fig. 19), und auch von einer Abnahme des Lumens derselben gegen das Leptom zu ist meist ebenfalls wenig zu bemerken, ja öfters finden sich die größten Gefäße gerade an der Grenze des Leptoms. Ein Blattquerschnitt dagegen bietet ein typisches Bild (Fig. 20). Hier finden sich an erster Stelle 2—3 enge Gefäße, dann macht sich ein plötzliches Steigen des Durchmessers bemerkbar bis zu einem Maximum und dann ein noch rascheres Sinken bis auf ein Minimum des Lumendurchmessers, welcher oft bedeutend unter jenem der ersten Elemente steht.

Das verschiedene Verhalten von Stamm und Blatt ist hier höchst wahrscheinlich eine Folge der verschiedenen Transpirationsgröße beider, denn es ist klar, daß die im Verhältnis zum Stamm viel mächtiger entwickelten Blätter auch eine größere

Transpiration, deshalb auch ein stärkeres Bedürfnis nach rascher Vergrößerung der Leitungsbahnen besitzen.

Wir können zum Vergleiche mit den festgestellten Tatsachen eine bekannte Erscheinung heranziehen. Die Abgrenzung der Jahresringe, welche sich mehr oder weniger deutlich auf Stammquerschnitten durch unsere Laub- und Nadelhölzer zeigt, beruht bekanntermaßen auf dem ungleichen Baue des Frühlings- und Herbstholzes. Die Verschiedenheit wird bewirkt teils durch eine ungleiche Verteilung der Elemente im Jahresringe, teils durch eine abweichende Ausbildung der nämlichen Elemente im Frühlings- und Herbstholz. Meist sind im Frühlingsholz zahlreichere Tracheiden und Gefäße vorhanden als im Herbstholz. und was besonders auffällt, die genannten Elemente des Frühlingsholzes zeigen eine um vieles größere Lumenweite. Dazu kommt noch, daß die Elemente, welche das Frühlingsholz zusammensetzen, meist zartwandiger sind als jene des Herbstholzes. Überdies sind im Herbstholz die Elemente radial meist bedeutend verkürzt, sodaß sie eine tangentiale Abplattung zeigen.

„Vom Nützlichkeitsstandpunkte aus“, bemerkt Haberlandt[1]), „läßt sich diese Erscheinung wohl folgendermaßen erklären. In jedem Jahre vergrößert sich die transpirierende Laubkrone des Baumes. Als nächstes Bedürfnis nach dem Wiedererwachen der Vegetation im Frühjahre stellt sich demnach eine Vermehrung der Wasserleitungsbahnen heraus. Diesem Bedürfnisse wird im Frühjahr und Frühsommer durch die Bildung des gefäßreichen Frühlingsholzes entsprochen. Wenn dann in den heißesten Sommermonaten, im Juli und August die Transpiration der Laubkrone ihr Maximum erreicht, dann ist die Vermehrung der Leitungsbahnen des Wassers bereits erfolgt, die neuen Gefäße sind schon funktionstüchtig geworden. Nunmehr kann die Pflanze auf die Erhöhung der Festigkeit ihres Stammes bedacht sein. Libriformstränge werden gebildet, und im Herbstholz wird durch die tangentiale Abplattung seiner Elemente und durch die Verdickungen der Wandungen der mechanisch wirksame Teil des Jahresringquerschnitts möglichst vergrößert.“

Es ist nicht zu leugnen, daß zwischen den beiden besprochenen Erscheinungen eine Analogie herrscht. Hier wie dort zeigt sich im Frühlinge mit dem Beginne der Vegetationsperiode das Bedürfnis nach großen, wasserleitenden Elementen, und wird demselben auf ähnliche Weise Rechnung getragen. Hier wie dort werden, nachdem das Bedürfnis nach reichlichen Wasserbahnen befriedigt und, so zu sagen, auch der Höhepunkt der Tätigkeit erreicht ist, englumigere Elemente angelegt, wobei im einen Falle die Pflanze noch speziellen (mechanischen) Bedürfnissen Rechnung trägt. Wir haben es eben auf der einen Seite mit ausdauernden Gebilden, auf der andern mit rasch dahinschwindenden Organen solcher Pflanzen zu tun, welche eine Sommerruhe halten.

[1]) Haberlandt, Physiolog. Pflanzen-Anatomie. p. 517.

Auch eine radiale Abplattung der Gefäße findet sich bei den besprochenen Frühlingspflanzen in zahlreichen Fällen; doch ist dies eine Erscheinung für sich und hat mit der am Herbstholze der Bäume auftretenden wohl nichts zu tun. Der Unterschied der Gefäßdurchmesser in radialer und tangentialer Richtung ist übrigens oft ein recht bedeutender. Einige Messungen werden dies bestätigen.

			Radiale Richtung.	Tangentiale Richtung.
Scilla bifolia:	Stamm:	III. Gefäß	18 μ	31 μ
		IV. „	29 „	37 „
		V. „	23 „	34 „
Leucojum vernum:	Stamm:	II. „	34 „	42 „
		III. „	31 „	37 „
		IV. „	16 „	23 „
		I. „	28 „	37 „
		II. „	17 „	42 „
Hyacinthus orientalis	Blatt:	I. „	11 „	21 „
		II. „	20 „	24 „
		III. „	11 „	15 „

Wie die Beispiele zeigen, findet sich diese Abplattung der Gefäße in radialer Richtung bei Pflanzen, welche früher als dem 8. bandförmigen Typus zugehörig beschrieben wurden, und für deren Bündel auch eine mechanische Funktion (sub § 2) wahrscheinlich gemacht wurde. Auch diese Erscheinung dürfte wohl auf jene zurückzuführen sein und, wie schon bemerkt, nicht mit der Abplattung der Gefäße in dikotylen Bäumen in Parallele zu bringen sein, da die letztere beim Herbstholz auftritt, unsere Erscheinung aber auch alle großen Gefäße betrifft und in stärkerm Maße nur bei Pflanzen mit bandförmigen Bündeln vorkommt. Wahrscheinlich wird damit eine Vergrößerung der Kontaktfläche der einzelnen Gefäße und ein sich daraus ergebender festerer Zusammenhang des Gefäßbündels bezweckt, um desto besser den herantretenden mechanischen Ansprüchen genügen zu können.

Daß den Lebensbedingungen, welchen diese Pflanzen unterworfen sind, in der Tat ein Einfluß zukommt, möchte auch aus der Vergleichung mit zwei systematisch nahestehenden Pflanzen hervorgehen, die aber einen teilweise andern Kreislauf der Vegetation haben.

Von *Scilla autumnalis* L. wurde bereits erwähnt, daß sie im Herbste zur Entwicklung kommt. Die untersuchten Exemplare stammen aus Valsugana in Südtirol und wurden am 14. November gesammelt. Die Pflanze findet sich auf trockenen Standorten, und der ganze Bau läßt auf eine Anpassung an solche schließen, so schon die rinnenförmige Gestalt der Blätter, ferner die etwas eingesenkten Spaltöffnungen mit den stark vor-

springenden Hörnchen der Schließzellen. Hier findet sich nun keineswegs der schnelle fast unvermittelte Übergang zu großen Gefäßen, sondern ein allmähliches Ansteigen und dann ein allmähliches Sinken.

Der andere Fall betrifft *Colchicum autumnale* L. Diese Pflanze treibt im Spätsommer oder Herbst zahlreiche Wurzeln und schickt gleichzeitig die Blüten über die Erde empor. Blütezeit August bis September. Die Assimilationszeit der Blätter dauert von April bis Juni. In den Juli fällt die Fruchtreife und das Absterben der alten Knolle. Auf Querschnitten durch den die Fruchtkapseln tragenden Stamm findet man, daß der Gefäßteil vom Zentrum aus mit kleinlumigen Elementen beginnt, daß in der Folge die Lumenweite sich steigert und der Hadromteil gegen den Leptomteil mit den größten oder doch sehr großen Gefäßen endigt (Fig. 14). Das Blatt dagegen bietet so ziemlich ein umgekehrtes Bild. Auf Querschnitten zeigt sich, daß die Gefäße ziemlich rasch an Lumen zunehmen, ein Maximum erreichen, um gegen das Leptom zu ebenso rasch wieder an Lumengröße zu verlieren (Fig. 15).

Der Grund dieses Verhaltens liegt wohl darin, daß die Blätter schon anfangs April über der Erde erscheinen, rasch emporwachsen, eine stattliche Größe erreichen und gewiß auch eine starke Transpiration besitzen, während der Fruchtstand erst gegen Ende Mai sich aus der Erde emporhebt und überhaupt eine langsame Entwicklung zeigt.

Die Zusammenfassung der Resultate dieses I. Teils findet sich am Schlusse der ganzen Arbeit.

II.

Über Gefäße, insbesondere primordiale.

§ 4. Orientierendes.

Was versteht man unter Primordialgefäßen? Unter Primordialgefäßen versteht man die Erstlinge des Gefäßteils, welche auch Vasalprimanen oder Protoxylem genannt werden. Es sind jene Elemente, die in den Prokambiumsträngen besonders früh aus dem meristematischen Zustande heraustreten. Solche Primordialgefäße kommen offenbar sowohl fortwachsenden Sproßachsen als auch Wurzeln zu.

Mit dem Ausdruck „primordiales Gefäß" ist aber wohl in unser aller Denken eine andere Vorstellung untrennbar verbunden. Wir denken dabei an Elemente, die auf Streckung eingerichtet sind, an ring- und schraubenförmig verdickte Tracheen oder Tracheiden. Denn wenn z. B. in der Markzone eines Stammes primordiale Gefäße besprochen werden, so verbinden wir damit strengstens die Vorstellung, daß es sich regelmäßig um Ring- und Spiralgefäße handle, und stillschweigend überträgt man diese Meinung auch auf die Wurzeln. So steht es in den Lehrbüchern, und so haben es die meisten von uns schildern

gehört. Inwiefern nun diese Schulmeinung einer Korrektur bedarf, dieser Frage gilt der Hauptteil der nachfolgenden Zeilen.

In seinen Untersuchungen über das Wachstum hat Sachs[1]) gezeigt, welch großer Unterschied makroskopisch zwischen dem Wachstum von Wurzeln und Sproßachsen besteht. Aus den bekannten Versuchen geht ziffernmäßig hervor, daß bei Sproßachsen die wachsende Region meistens viel länger ist als bei Wurzeln. Bei erstern ist sie gewöhnlich einige cm lang, oft aber auch bedeutend länger. So z. B. gibt Sachs dieselbe für *Cephalaria procera* auf 35 cm an, wobei sie sich über drei Internodien erstreckt. Für *Allium atropurpureum* gar auf 50 cm innerhalb eines Internodiums. In einer sich verlängernden Wurzel dagegen ist meistens nur eine kleine Strecke im Wachsen begriffen. So erstreckt sich bei den Wurzeln unserer Landpflanzen die wachsende Region nur über etwa ein cm von der Spitze ab. Nach Sachs erlischt bei der Keimwurzel von *Vicia Faba* das Wachstum schon in einer Entfernung von 10—11 mm vom Vegetationspunkt. Es kann aber die im Wachstum begriffene Strecke auch bloß 2—4 mm lang sein oder noch kürzer, während in den ganzen rückwärts liegenden Teilen die Zellen bereits ihre endgültige Größe erreicht haben.

Es ist klar, daß Sproßteile mit so großen Wachstumszonen, wie sie eben aufgeführt wurden, auch Gefäße besitzen werden. Welche Beschaffenheit werden wir nun zum voraus von Gefäßen, die in einer Zone so ausgedehnter Streckung auftreten, verlangen? Jedenfalls müssen es Gefäße sein, die, sollen sie ihre leitende Funktion erfüllen können, mit der Streckung des Gesamtorgans Schritt zu halten befähigt sind. Es müssen also Ring- oder Spiralgefäße sein. Die Spiralfasern, welche die alten Anatomen schon als ein so auffallendes aber unverstandenes Organ beschrieben, und von welchen noch Russow[2]) glaubte, daß man dieselben deshalb in rasch wachsenden, sich beträchtlich streckenden Teilen der Pflanze finde, weil in solchen von allen Gefäßarten die genannten sich am raschesten, mit dem geringsten Aufwand von Material, Kraft und Zeit bilden könnten, finden in diesem Umstande die einfachste Erklärung.

Die Forderung, daß, wenn in einer Zone bedeutender Streckung Gefäße vorhanden sind, diese einem Längenwachstum der umgebenden Gewebe angepaßt sein müssen, also ringförmige oder spiralige Verdickung besitzen müssen, gilt jedoch nicht nur für Sproßachsen, sondern für jeden in Streckung befindlichen Teil einer Pflanze, also auch für wachsende Rhizome und Wurzeln. Die Länge der im Wachstum befindlichen Strecke wird sich in der Streckung ihrer Erstlingsgefäße bemerkbar machen, wenn in dieser Zone überhaupt gefäßartige Elemente vorhanden sind. Ich habe oben betont, daß eine Sproßachse mit einer Streckungszone von 50 cm wohl nicht der Gefäße in

[1]) Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. pag. 556.
[2]) Russow, Betrachtungen. pag. 21.

dieser Zone entbehren kann. Recht gut ist es aber denkbar, daß in einem Pflanzenteile mit einer geringen Streckungszone die vielleicht nur 1 oder 2 mm oder noch weniger ausmacht, auf die Bildung von Gefäßen innerhalb dieser Zone verzichtet werden kann. Es genügt der Pflanze in solchen Fällen, erst hinter dem in Streckung begriffenen Teile des wachsenden Organs, in einer Region, wo sämtliche Zellen bereits ihre endgültige Größe erreicht haben, Gefäße zu bilden. In solchen Organen werden sich alsdann auch keine gestreckten Gefäße finden, ja es brauchen überhaupt keine streckbaren Gefäße angelegt zu werden, da sie hier keinen Zwek zu erfüllen haben. Das alles geht theoretisch aus den oben angetönten Überlegungen hervor.

§ 5. Äußerungen älterer und neuerer Autoren.

Im Gegensatz zu der eben ausgesprochenen Anschauung sind jedoch die Autoren der neuern Lehrbücher der Botanik ziemlich allgemein geneigt, nicht nur den Stammorganen auf Streckung eingerichtete, aus Ring- und Spiraltracheen oder Tracheiden bestehende und auch Streckung zeigende primordiale Elemente zuzuschreiben, sondern auch den Wurzeln. So Pax[1]) in Prantls Lehrbuch der Botanik, wenn er sich folgendermaßen über das Xylem in radialen Strängen ausdrückt: „Die Ausbildung des Stranggewebes geht im Prokambiumstrang von den peripherischen Enden jener Xylembündel aus, wo sich wie auch sonst Ring- und Spiraltracheen befinden.“ Ferner Strasburger[2]) folgendermaßen: „Entsprechend ihrer umgekehrten Orientierung innerhalb der Wurzeln weisen die Vasalteile dort nicht an ihrem Innenrande, vielmehr an ihrem Außenrande Vasalprimanen auf“. Vasalprimanen aber sind nach der Definition Strasburgers[3]) „enge ring- und schraubenförmig verdickte Gefäßtracheiden, die auf Streckung eingerichtet sind.“ Ferner Frank[4]), wenn er sagt: „Überall sind die Ring- und Spiralgefäße die ersten Tracheen, welche im jungen Gefäßbündel entstehen“, und Zimmermann[5]) gibt ganz allgemein an, daß die zuerst gebildeten Tracheiden meist ringförmige, die sodann entstehenden spiralige Verdickungen besitzen: erst nach Vollendung des Längenwachstums des betreffenden Organs stellten sich auch netzförmige oder leistenförmige Verdikkungen ein.

Dagegen findet sich bei ältern Autoren, wenigstens andeutungsweise eine wesentlich andere Auffassung vertreten. Nä-

---

[1]) Pax, Prantls Lehrbuch der Botanik, pag. 98.
[2]) Strasburger, Lehrbuch, pag. 89.
[3]) Ebenda.
[4]) Frank, Lehrbuch der Bot. Bd. 1. pag. 179.
[5]) Zimmermann, Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. pag. 137.

geli[1]) unterscheidet zuerst sich entwickelnde Gefäße (abrollbare), mit Spiral- oder Ringfasern und spätere (nicht abrollbare), mit Netzfasern oder Poren und fährt dann fort: „Mit Rücksicht auf diese Verschiedenheit der Gefäße ist namentlich hervorzuheben, daß in der Regel ein Organ, so lange es in die Länge wächst, nur abrollbare Gefäße bildet; daher unterirdische Teile, die sich wenig verlängern, zuweilen beinahe oder gar keine der erstern enthalten." Nägeli spricht also hier den Gedanken aus, daß unterirdische Teile von Pflanzen bei geringem Längenwachstum auf die Bildung streckungsfähiger Elemente verzichten.

Russow[2]), ganz allgemein von den Gefäßkryptogamen sprechend, ohne dabei auf Stamm, Blatt oder Wurzel Bezug zu nehmen, drückt sich also aus: „Die Protoxylemzellen sind entweder ring-, schrauben- oder leiterförmig verdickt." Nach ihm gibt es also auch Erstlingselemente, welche keine Ring- oder Spiralgefäße sind. De Bary[3]) endlich gibt folgende Darstellung für die Verhältnisse bei den Wurzeln. „Die erst gebildeten Gefäße, respektive Tracheiden, welche die Kanten einnehmen, sind immer eng. Die spätern, in zentripetaler Richtung folgenden werden plötzlich oder sukzessive weiter. Letztere sind immer Tüpfel- oder Netzgefäße (resp. Tracheiden); die engen peripherischen in der Regel auch Netz- oder Ringgefäße mit dicht und vorwiegend quergestellten Verdickungsfasern. Auf kurze Strecken hat übrigens auch in diesen nicht selten die Faser einfach spiraligen Verlauf. Weithin ablösbare enggewundene Spiralfasern kommen selten vor z. B. in den Wurzeln von *Tornelia fragrans, Cucurbitaceen, Anthriscus cerefolium, Phaseolus, Cycadeen, Coniferen.*"

Diese Äußerungen älterer Autoren haben in den neuern Lehrbüchern beinahe keine Berücksichtigung gefunden. Daß aber insbesondere Nägelis Erkenntnis eine richtige war, und daß die Größe der Streckungszone und der Bau der Gefäße sich in der Tat bedingen, wird aus den folgenden Ausführungen hervorgehen.

§ 6. Vorläufiger Vergleich zwischen oberirdischen Sprossen, Rhizomen und Wurzeln.

Längsschnitte durch Sprosse bieten das uns allen wohl bekannte Bild, welches sich in jedem Lehrbuche findet. Das Gefäßbündel beginnt innen mit Ring- oder Spiralgefäßen, dann folgen netz- oder leiterartig und porös verdickte Gefäßformen. Die größte Streckung zeigen die dem Zentrum zunächst liegenden Gefäße. Hier sind die Ringe am weitesten auseinandergerückt, die Spiralen am steilsten geworden. So können Ringe einen Abstand bis zu 80 μ zeigen und die Spiralen können von

[1]) Nägeli, Beiträge zur wissenschaftl. Botanik. Heft I. pag. 6, 7.
[2]) Russow, Vergleichende Untersuchungen. pag. 163.
[3]) de Bary, Anatomie. pag. 366.

der Gefäßwand losgelöst zu einer beinahe geraden Linie ausgezogen sein, oder man findet dieselben sogar zerrissen. Verfolgen wir ein Ring- oder Spiralgefäß gegen den Vegetationspunkt hin, so finden wir, daß die Ringe immer näher zusammenrücken, daß die Spiralen immer flacher werden. Ganz vorn ist der Abstand der Ringe und Spiralen sehr gering, so daß die Ringe und Spiralen buchstäblich aneinander liegen. In jeder Zone, die rückwärts liegt, hatten die Gefäße einst dieselbe Beschaffenheit, welche alsdann durch die nachfolgende Streckung sämtlicher Elemente in das uns bereits bekannte Bild überging. Entsprechend der Ausdehnung des Längenwachstums über eine große Strecke erleiden hier die Erstlingsgefäße eine große Streckung, welche für Ringgefäße z. B. mehr als den 50 fachen Betrag des ursprünglichen Abstandes zweier Ringe erreichen kann.

Anders sind die Verhältnisse in den Wurzeln unserer Landpflanzen. Sogleich fällt uns der Unterschied ins Auge, welchen ein Längsschnitt durch eine Wurzel im Vergleiche mit demjenigen durch einen Sproß darbietet. Auf ersterm sehen wir in den meisten Fällen nichts, was wir den gestreckten Ring- und Spiralgefäßen des letztern an die Seite stellen könnten. Ich habe eine ziemlich große Anzahl von Wurzeln untersucht, aber nirgends an Gefäßen eine Streckung beobachtet, die jener in Sproßachsen sehr gewöhnlichen gleich käme. Bedeutend gestreckte Gefäße habe ich nur zweimal gefunden, nämlich in einer Wurzel von *Fumaria officinalis* und in einer solchen von *Iris* spec. Was an Längsschnitten durch Wurzeln besonders auffällt, sind einmal die fast ausschließlich sekundären Gefäßformen, welche ein solcher zeigt. Wo sich echte Ring- und Spiralgefäße finden, besitzen die Ringe meistens einen so geringen Abstand, die Spiralen einen so flachen Umgang, daß von einer Streckung kaum die Rede sein kann. Ja, wenn wir ein solches Gefäß bis in seinen jüngsten Teil verfolgen, finden wir zumeist, daß wohl gar keine Streckung stattgefunden hat, indem die Ringe und Spiralen schon ursprünglich in einem kleinen Abstande angelegt wurden. Letztern Umstand erwähnt bereits Hugo v. Mohl[1]) für die Gefäße der Wurzeln von *Commelina tuberosa*.

Das eben geschilderte, ziemlich allgemein gleiche Verhalten der Erdwurzeln kann uns eigentlich nicht befremdlich vorkommen, da wir ja bereits wissen, wie gering die Streckungszone der Wurzeln ist. Sie beginnen mit der Gefäßbildung in einer Zone, wo das Längenwachstum bereits aufgehört hat oder bereits so gering ist, daß es auf die in Bildung befindlichen Gefäße keinen großen Einfluß mehr ausübt.

In den Wurzeln einer Anzahl von Pflanzen habe ich jedoch gar keine Ring- und Spiralgefäße finden können, trotz einer sehr sorgfältigen Präparation, so daß es scheint, es verzichten diese Wurzeln überhaupt auf die Bildung streckbarer Gefäße. Es ist

[1]) v. Mohl, Vermischte Schriften bot. Inhaltes. pag. 292.

das auch nicht besonders auffallend, da es sich dabei durchwegs um Wurzeln mit einer sehr geringen Streckungszone handelt. Denn, wenn, wie oben gezeigt wurde, eine bedeutende Streckung meist überhaupt nicht stattfindet und in vielen Fällen, wo noch streckbare Gefäße vorhanden sind, diese unverlängert bleiben, weil die Zuwachszone vor ihnen liegt, so ist kein weiter Schritt mehr bis zur vollständigen Unterdrückung von Gefäßformen, die hier durch keine physiologische Rücksicht mehr gefordert werden.

Wie werden sich nun die Rhizome in dieser Beziehung verhalten? Die Rhizome nehmen in ihrer Erscheinung eine Mittelstufe zwischen Stamm und Wurzeln ein. An erstern erinnert z. B. die zentrifugale Gefäßfolge, an letztere die Neigung zu zentraler Lagerung der leitenden Elemente, das Auftreten einer Schutzscheide. Im ganzen aber stehen sie dem Stamme näher. Ich habe nun durch die Rhizome von *Majanthemum bifolium* Desf., *Convallaria majalis* L., *Polygonatum multiflorum* All., *Paris quadrifolia* L. und *Mercurialis perennis* L. Längsschnitte angefertigt und bei sämtlichen gestreckte Ring und Spiralgefäße gefunden. In der folgenden Tabelle finden sich die diesbezüglichen Messungen zusammengestellt. Zum Vergleiche wurden die Messungen für die gestreckten Gefäße des Stengels daneben gesetzt. Bei Ringgefäßen wurden die Abstände zweier Ringe gemessen, bei Spiralgefäßen die Abstände zweier senkrecht übereinander liegender Punkte eines Schraubenganges.

Spezies.	Rhizom.	Oberirdischer Stengel.
Convallaria majalis	bis 23 μ	20—28 μ
Polygonatum multiflorum	bis 19 „	27 „
Majanthemum bifolium	11 „	21 „
Paris quadrifolia	bis 21 „	20—28 „
Mercurialis perennis	bis 20 „	bis 28. „

Über die Größe der Streckungszone bei Rhizomen habe ich keine Angaben gefunden. Aus der Größe der Streckung jedoch, welche die Gefäße derselben zeigen, läßt sich der Schluß ziehen, daß diese Zone sich für Rhizome doch ganz anders verhält als für Wurzeln. Vor allem scheint mir darauf Gewicht gelegt werden zu müssen, daß die Streckungszone bei den Wurzeln mehr apikal gelagert ist, während bei Sprossen und besonders bei Rhizomen eine Streckung auch noch durch interkalares Wachstum möglich und sicher häufig ist. Aus obiger Zusammenstellung ergibt sich, daß in den darauf untersuchten Spezies die Streckung der Gefäße im Rhizome in keinem Falle einen gleich großen Betrag wie in den oberirdischen Sproßachsen der gleichnamigen Pflanzen erreicht. Dennoch ist es sehr wohl denkbar, daß gelegentlich die Gefäße eines Rhizoms eine größere Streckung aufweisen können als Gefäße des zugehörigen Stammes,

§ 7. Struktur der ersten trachealen Elemente und Länge der gefäßlosen Zone bei Wurzeln verschiedener Pflanzengruppen.

Ich habe oben bereits erwähnt, daß ich bei meinen Untersuchungen auf Pflanzen gestoßen bin, deren Wurzeln auf die Bildung streckungsfähiger Gefäße Verzicht zu leisten scheinen. Hier nun möchte ich mich mit einigen dieser Vorkommnisse etwas näher beschäftigen. Die Wurzeln dieser Pflanzen sowie alle übrigen hier zur Untersuchung benutzten, stammen, wo dies nicht ausdrücklich anders angegeben ist, von ihren natürlichen Standorten, und zwar wurden dieselben, mit Ausnahme der Wurzeln von *Neottia* und *Anagallis*, die im Mai ausgehoben wurden, im September und Oktober gesammelt. Zum vorneherein muß ich auf die Schwierigkeiten aufmerksam machen, mit welchen die Beobachtung in den meisten Fällen verbunden ist. Einmal ist es schon nicht leicht, immer genügend Material von Wurzelspitzen sich zu verschaffen. Eine zweite Schwierigkeit bietet oft die Herstellung eines brauchbaren Präparates, von dem man wirklich sagen kann, daß alles, was zum Gefäßstrang gehört, da ist und nichts durch das Präparieren verloren ging. Die größte Schwierigkeit liegt aber darin, die wirkliche Struktur der jüngsten Teile eines Gefäßes, die meistens erst in einem Bildungszustande sich befinden, genau zu erkennen. Dieses ist bei der öfters nur andeutungsweise hervortretenden Skulptur der Verdickungen und den nichts weniger als günstigen Lichtbrechungsverhältnissen, auch mit Zuhülfenahme stärkerer Vergrößerungen oftmals geradezu unmöglich. So ist es in manchen Fällen nicht leicht, zu entscheiden, ob ein Gefäß zart netzförmig verdickt ist, oder ob zwei Spiralen, die sich kreuzen, vorhanden sind. All das möchte ich zur Orientierung hier anführen; ich beobachtete mit größter Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, aber die Schwierigkeit des Gegenstandes läßt dennoch in einigen Fällen die Ergebnisse etwas unsicher erscheinen. In vielen, ja den meisten Fällen glaube ich jedoch für die Sicherheit des Tatbestandes eintreten zu können. Ich lasse nun die anatomische Schilderung der Verhältnisse, welche einige solcher Wurzeln zeigen, folgen.

Majanthemum bifolium Desf. Die Strecke von der Vegetationsspitze der Wurzel bis zum Auftreten der ersten Gefäße beträgt 0,42 mm. Sämtliche zu vorderst gegen die Spitze auftretenden, also jüngsten Elemente, zeigen eine netzförmig-poröse Struktur (Fig. 27) und besitzen die Gestalt kurzer Tracheiden.

Polygonatum verticillatum All. Die Länge der Strecke zwischen Vegetationsscheitel und ersten Gefäßen schwankt zwischen 0,27 und 1,1 mm. Auch variieren die einzelnen Wurzeln etwas bezüglich der Struktur der Gefäße. In zwei Wurzeln fand ich nur Gefäße von porös-netzförmiger Struktur, wie sie in der Zeichnung (Fig. 40) dargestellt ist. In andern Wurzeln fand ich ähnliche Elemente von weniger porös-netzartigem Charakter, sondern mit Verdickungen, die eher einem engen Spiralgefäße

mit zahlreichen Anastomosen gleich sehen. Im allgemeinen ist noch zu bemerken, daß, je kleiner der Betrag der gefäßlosen Zone ist, desto typischere netzförmig-poröse Verdickungen in den ersten Gefäßen sich einstellen.

Convallaria majalis L. Die Länge der gefäßlosen Zone beträgt 0,3 mm. Die Verdickungen in den zuerst unterscheidbaren Elementen sind ausgeprägt netzig-poröser Natur.

Epipactis latifolia All. Die Wurzeln dieser Art sind tiefgründig 30—50 cm lang. Die ersten bemerkbaren Elemente sind Tracheiden in gehäufter Anordnung, von ziemlicher Lumenweite, mit großen porösen Stellen (Fig. 23). Solche Poren treten öfters hart nebeneinander auf und rufen alsdann das Bild einer netzförmigen Verdickung hervor. Diese und ähnliche Verdickungen beweisen, daß ein solches Gefäß resp. Tracheide zu keiner Zeit streckungsfähig war.

Neottia nidus avis Rich. Die kurzen gedrungenen Wurzeln besitzen eine relativ große gefäßfreie Zone. Dieselbe beträgt etwa 1,8 mm. Als jüngste Elemente erscheinen zahlreiche Tracheiden, von denen ein Teil porös, ein anderer, wie die Zeichnung zeigt (Fig. 22), mehr leiterförmig verdickt ist. Öfters finden sich auch einige Queranastomosen, aber jedenfalls macht die Verdickungsweise immer den Eindruck, daß eine Streckung ausgeschlossen ist.

Viburnum Lantana L. Die Länge der gefäßlosen Zone beträgt 0,35 mm. Die letzten Endigungen der tracheidenartigen Elemente (Fig. 30) sind teils porös-netzförmig, teils ganz zart netzförmig verdickt.

Ligustrum vulgare L. Die beigegebene Zeichnung (Fig. 39) zeigt zwei Gefäße aus einer Wurzelspitze. Die gefäßlose Zone mißt 0,4 mm. Bei dem einen der Gefäße ist die Verdickung ausgeprägt porös (39 b). Das andere zeigt nur stellenweise eine deutlich hervortretende, ganz zarte, wie hingehaucht erscheinende netzförmige Skulptur, die in der Zeichnung (Fig. 39 a) möglichst genau wiederzugeben versucht wurde.

Vinca minor L. Länge der gefäßlosen Zone 0,19 mm. Die jüngsten tracheidenartigen Elemente (Fig. 25, 26) in den Spitzen der Wurzeln zeigen ausgeprägt porös-netzförmige Verdickungen. Die Skulptur ist bald etwas gröber, bald etwas zarter.

Anagallis arvensis L. In einer Wurzelspitze dieser Pflanze habe ich eigentümliche Verhältnisse gefunden. Leider hatte ich zur Zeit, wo ich diese Untersuchungen anstellte, nur mehr eine einzige Wurzelspitze zu meiner Verfügung, so daß ich nicht sagen kann, ob die beobachteten Tatsachen wirklich das gewöhnliche Verhalten kennzeichnen.

Die Länge der gefäßlosen Zone beträgt 0,39 mm. Es sind dann zwei Elemente (Fig. 28, 29) in fast gleicher Entfernung von der Spitze sichtbar, welche mäßig dicke Wände besitzen, eine ziemliche Längenausdehnung aufweisen und unregelmäßig mit rundlichen Poren versehen sind. Besonders fällt auf, daß einzelne

Strecken des einen Elementes fast gar keine Poren zeigen, andere wieder sehr zahlreiche. Diesen beiden Elementen schließen sich noch zwei weitere an, und diese vier durchziehen das Wurzelstück, dessen Länge 6,5 mm beträgt seiner ganzen Ausdehnung nach. Die Struktur macht stellenweise einen etwas veränderten Eindruck, indem durch reichlicheres Auftreten poröser Stellen das Bild einer netzförmigen Verdickung hervorgerufen wird. Dann folgen wieder Stellen mit spärlicher verteilten Poren. Öfters sind schief liegende Endigungen der sich aneinander legenden Elemente zu beobachten. Ab und zu schließt sich dem Strange ein weiteres Element von ähnlicher oder etwas mehr netzförmiger Struktur an, das eine Zeitlang mitläuft und dann wieder endigt.

Vicia sepium L. Die Wurzeln besitzen in ihrer Spitze netzförmig verdickte Gefäße (Fig. 41). Daneben finden sich etwas weitlumigere mit poröser Verdickung.

Fraxinus excelsior L. Die Länge der gefäßlosen Zone beträgt nur 0,18 mm. Die Struktur der Gefäße ist durchgehends porös-netzförmig.

Lysimachia nemorum L. Gefäßlose Zone 0,2—0,3 mm. Die Gefäße sind sehr englumig. Die Struktur ist netzförmig, bald sehr zart, bald wieder etwas deutlicher hervortretend.

Abies excelsa D. C. Hier begegnen uns zweierlei Wurzeln, kurze, dünne (Fig. 36, 42), und längere, viel dickere (Fig. 35). Die erstern zeigen im Mittel eine gefäßlose Zone von 0,7 bis 1 mm Länge und besitzen einen Strang von Elementen im Zentrum, die mit deutlichen Hoftüpfeln versehen sind (Fig. 42). Dieselben sind öfters so dicht angeordnet, daß beim Beobachter das Bild einer netzförmigen Struktur hervorgerufen wird. Die größern Wurzeln besitzen eine längere gefäßlose Zone, die bis 2,8 mm betragen hann. Die Struktur der in denselben zuerst unterscheidbaren Elemente ist unregelmäßig. Es finden sich Partien, die einem verzerrten Spiralbande gleichen, dann wieder verbogene Ringe mit Anastomosen. Bei einer mittleren Einstellung glaubt man eine netzförmige Struktur zu sehen. Eine Streckung ist aber auch bei diesen Elementen weiter rückwärts nicht zu erkennen.

Aspidium filix mas Sw. Hier fanden sich ebenfalls zweierlei Wurzeln an einem und demselben Exemplare. Die einen derselben mit einer gefäßlosen Zone von 0,4 mm, zeigen als jüngste Elemente kurze dicke Tracheiden mit porösen Stellen. Die andern längern Wurzeln, welche die ersten Gefäße erst 1,1 mm hinter dem Vegetationspunkte aufweisen, zeigen viel längere und weniger großlumige Tracheiden, welche, soweit es mir zu erkennen möglich war, eine zart netzförmige Verdickung besitzen. (Fig. 43, 44).

Equisetum spec. Die gefäßlose Zone beträgt 0,2 mm. In einer Wurzel wurden als äußerste Endigungen eines Tracheidenstranges zwei porös verdickte Tracheiden aufs deutlichste beob-

achtet (Fig. 21). Russow[1]) gibt für die Wurzeln der *Equiseten* Spiralgefäße an, und in einem andern Falle glaube ich auch so etwas bemerkt zu haben.

Unter den aufgezählten Pflanzen finden sich Vertreter der sämtlichen großen Abteilungen der Gefäßpflanzen. Die Erscheinung, daß es Wurzeln gibt, welche auf die Bildung streckungsfähiger Gefäße Verzicht leisten, ist demnach nicht bloß auf gewisse engere Kreise beschränkt, sondern allgemeinerer Natur. Auffallend ist besonders die geringe Größe der Streckungszone bei allen diesen Wurzeln. Ich habe dieselbe zwar nirgends direkt festgestellt, allein sie dürfte so ziemlich mit der gefäßlosen Zone zusammenfallen, oder wenigstens den Betrag der letztern nicht übersteigen, da in einer Region, wo Gefäße auftreten, die nicht streckungsfähig sind, unter gewöhnlichen Umständen keine Streckung mehr stattfindet.

Die geringe Ausdehnung der in Streckung begriffenen Zone bei Wurzeln und das Fehlen in Streckung eintretender Gefäße kann noch zu andern ungewohnten Erscheinungen führen. So fand ich in Wurzelspitzen von *Ligustrum vulgare* vereintläufig mit den Erstlingsgefäßen und dieselben bis beinahe zu ihrer letzten Endigung begleitend, behöftporige Elemente mit runden Höfen und schiefgestellten Spalten (Fig. 32). Im Querschnitt treten dieselben nach Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure deutlich hervor und zeichnen sich vor den Gefäßen durch Dickwandigkeit und kleines Lumen aus. Ähnliche Elemente wurden unter denselben Verhältnissen auch bei *Viburnum Lantana* beobachtet. Doch waren hier die Tüpfel unbehöft. So können also da, wo keine Streckung von Gefäßen vorkommt, zugleich mit den Erstlingen des Hadroms Elemente auftreten, die sonst erst weiter rückwärts sich finden.

§ 8. Anatomisch-physiologisches über die Erdwurzeln.

Nachdem wir festgestellt haben, daß die Wurzeln unserer Landpflanzen in ihren Gefäßen meistens keine Streckungen von Bedeutung zeigen, ja auf die Anlage streckbarer Gefäße ganz verzichten können, drängen sich von selbst zwei Fragen auf. Mit welchen Verhältnissen hängt es 1. zusammen, daß die Wurzel eine so kurze Streckungszone besitzt, infolgedessen sie keine stark gestreckten Gefäße aufweist, ja oft nicht einmal streckungsfähige Gefäße anlegt, und ist es 2. für die Wurzel vielleicht von physiologischer Bedeutung, möglichst dicht hinter ihrer Wachstumszone bereits Gefäße mit sogenannten sekundären Verdickungsformen zu besitzen? Machen wir uns einmal die Bedingungen klar, unter welchen die Wurzeln unserer Landpflanzen wachsen. Es ist klar, daß diese ganz andere sind als für Sproßachsen. Zuerst ist zu betonen, daß, worauf Sachs in zwar etwas zu schroffer Weise aufmerksam gemacht hat, der Aus-

[1]) Russow, Vergleichende Untersuchungen, pag. 147.

druck Spitzenwachstum nicht allzu buchstäblich aufzufassen ist, denn nicht die äußerste Spitze der Wurzel wächst, sondern die hinter ihr liegende Zone. Die Spitze der Wurzel verhält sich passiv und wird von der rückwärts liegenden Querzone vorwärts geschoben. Bei Sproßteilen, die im Längenwachstum begriffen sind, ist es ähnlich. Hier wird nun die Verschiebung der Knospe durch eine rückwärts liegende Querzone ohne Schwierigkeit vor sich gehen können, weil keine Art von Widerstand dabei zu überwinden ist. Anders aber liegen die Verhältnisse bei Wurzeln, die in festes Erdreich eindringen müssen. Hier ist, wie Sachs[1]) ausführt, die Länge des wachsenden Stückes auffallend kurz, 2—10 mm lang, was aber durchaus zweckmäßig erscheint, wenn es sich darum handelt, die Wurzelspitze im festen Erdreich vorwärts zu stoßen. „Die Wurzel verhält sich in dieser Beziehung wie ein Nagel, der durch Hammerschläge in festes Holz eingetrieben wird." Weil also die Wachstumszone von so geringer Ausdehnung ist, erstreckt sich dieselbe meist nicht mehr über jene Zone rückwärts von ihr, wo Gefäße gebildet werden. Letztere stehen alsdann nicht mehr unter dem Einflusse der wachsenden Zone, und es erleiden etwa andere streckbare Gefäße keine oder nur eine unbedeutende Streckung. Damit hängt es auch zusammen, daß Ring- und Spiralgefäße ganz fehlen können, denn wenn keine Streckung vor sich geht, ist es von diesem Gesichtspunkte aus gleichgültig, ob Elemente vorhanden sind, die einer eventuellen Streckung fähig sind, oder ob sie durch solche ersetzt sind, welche keine Streckung zulassen. Die letztern Elemente können jedoch der Wurzel vielleicht in anderer Beziehung nützlicher sein als die erstern.

Es ist also Tatsache, daß in festem Erdreich wachsende Wurzeln auf Widerstand stoßen. Eine Beseitigung des mechanischen Widerstandes ist aber erst möglich, wenn die Wurzelenergie dem von außen entgegenstehenden Drucke nicht nur gleich kommt, sondern größer geworden ist. So lange dies nicht der Fall ist, müssen Wurzelspitze und Wachstumszone durch den Rückstoß, welchen sie infolge des Widerstandes der festen Erdteile erleiden, auf jene Teile, welche weiter rückwärts liegen, und zum Teil schon durch Wurzelhaare verankert sind, einen Druck ausüben. Es kann das gar nicht anders sein, so daß also auf ältere Teile ein longitudinaler Druck ausgeübt wird.

Nun finden sich als Erstlingselemente fast niemals bedeutend gestreckte Ring- und Spiralgefäße, sondern Elemente, entweder mit flachen, zuweilen anastomosierenden Spiralen und genäherten Ringen oder solche mit netzartigen und porösen Verdickungen. Das dürfte vielleicht so zu deuten sein, daß Gefäße von der letzterwähnten Beschaffenheit einem longitudinalen Drucke einen größern Widerstand entgegenzusetzen vermögen, als Ring- und Spiralgefäße, zumal wenn dieselben etwa noch eine größere Streckung zeigen würden. Dazu kommt noch folgendes.

[1]) Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. pag. 558.

Die Überwindung der Widerstände, auf welche die Wurzelspitze stößt, macht oft einen relativ großen Kraftaufwand notwendig, welchem eine entsprechend bedeutende Arbeitsleistung entspricht. So ist die Querschnittsfläche der Wurzel von *Faba* nach Pfeffer[1]) imstande, noch einen Widerstand von 250 g zu bewältigen. Der Widerstand nun, auf welchen die Wurzel stößt, bewirkt, daß die Verlängerung der Wurzel so lange stille steht, bis dieselbe eine dem Widerstande nicht nur gleiche, sondern noch etwas größere Energie nach außen entwickelt hat. Diese Energie ist zum größten Teil durch den Turgor gegeben, aber eine gewisse Summe lebendiger Kraft dürfte auch in den unter longitudinalem Drucke stehenden Gefäßen geboten sein, die vermöge ihrer Elastizität das Bestreben haben, sich wieder auszudehnen. Der longitudinale Druck auf eine bestimmte Stelle hält so lange an, bis durch die positive Kraft des Wachstums, den Turgor und durch die Energie der Gefäße, welche sich wieder auszudehnen streben, der Widerstand, welcher der Wurzelspitze entgegensteht, überwunden wird. Man kann sich wohl mit Recht sagen, daß ein Gefäß mit netzförmigen Verdickungen oder mit anastomosierenden Spiralen einerseits gegen longitudinalen Druck doch noch etwas nachgiebig sein würde, anderseits mit größerer Kraft wieder seine frühere Lage einzunehmen bestrebt wäre, als ein Gefäß mit rein spiraligen Verdickungen. Ringgefäße sind wohl am wenigstens geeignet, da sie außer bei sehr dichter Anordnung der Ringe dem longitudinalen Drucke gar keinen Widerstand leisten würden.

Die eigenartige Beschaffenheit der Erstlingsgefäße in vielen Wurzeln, insbesondere das Auftreten ausgesprochen poröser Formen in manchen derselben, könnte möglicherweise auch die Bedeutung einer Schutzvorrichtung gegenüber dem hydrostatischen Drucke besitzen. Nirgends in der ganzen Pflanze übt das Wasser einen so großen und beinahe steten Druck aus, als gerade in den Wurzelorganen. Wie Peffer[2]) gefunden hat, vermögen Wurzeln von *Faba* und *Mays* noch Widerstände von 8—10 Atmosphären durch ihre Druckintensität zu überwinden (Turgor). Dieser Druck muß sich gewiß auch den Leitungsbahnen im Innern gegenüber bemerkbar machen. Deshalb wäre es möglich, daß die gedachten Verdickungsformen als mechanisches Schutzmittel gegen ein radiales Zusammenpressen der Gefäße funktionieren würden.

§ 9. Die Bezeichnung „primordiales Gefäß“ ist kein anatomischer oder anatomisch-physiologischer, sondern ein rein zeitlicher Begriff.

Wie wir eingangs gehört haben, versteht man unter Primordialgefäßen Erstlinge des Hadromteiles, Vasalprimanen oder auch Protoxylem genannt, bisher allgemein ring- oder schrauben-

[1]) Pfeffer, Druck und Arbeitsleistungen wachsender Pflanzen, pag. 96.
[2]) Ebenda.

förmig verdickte Gefäße oder Tracheiden, welche auf Streckung eingerichtet sind. Der Begriff ist uns ein anatomischer geworden, insofern wir uns unter Primordialgefäßen ring- und schraubenförmig verdickte Elemente denken; er ist aber auch ein anatomisch-physiologischer geworden, weil jetzt mit dem Ausdrucke Primordialgefäß immer auch die Vorstellung einer Streckungsfähigkeit verbunden wird.

Da aber in den oben erwähnten Wurzeln gewisser Pflanzen die zuerst auftretenden Elemente weder schraubenlinige noch ringförmige Verdickungen zeigen und eine Streckbarkeit derselben ganz und gar ausgeschlossen ist, so kann der Begriff „Primordialgefäß" in Zukunft weder anatomisch noch anatomisch-physiologisch gefaßt werden. Er hat nur mehr eine rein zeitliche oder temporäre Bedeutung; es sind einfach die zuerst auftretenden Gefäße. Entweder muß der Ausdruck „primordiales Gefäß" im angegebenen Sinne eingeschränkt werden, oder man muß betonen, daß den Wurzeln einer vielleicht erheblichen Anzahl von Pflanzen primordiale Gefäße im frühern Sinne fehlen.

§ 10. Entwicklungsgeschichtliches.

Bei meinen Untersuchungen über die Beschaffenheit der Erstlingsgefäße in Wurzeln bin ich auf folgende Erscheinung gestoßen. Ich fand nämlich, daß in einigen Fällen ein und dasselbe Gefäß in seinem Verlaufe eine verschiedene Struktur zeigt. Ich will die mir bekannt gewordenen Vorkommnisse kurz anführen.

Für die Wurzeln von *Veronica Anagallis* L. wurde folgendes festgestellt. In dem der Vegetationsspitze zunächst liegenden Teile der Gefäße zeigen sich Ring- und Spiralverdickungen. Eine netzförmige Struktur konnte daselbst nicht wahrgenommen werden. Weiter rückwärts zeigten die nämlichen Gefäße ausgeprägt netzförmige Verdickungen (Fig. 33). Ferner sind im gleichen Gefäße die Abstände der einzelnen Ringe beziehungsweise Spiralen vorne größer als rückwärts, es zeigt sich also gerade das umgekehrte von dem, was man eigentlich erwarten sollte. Letztere Erscheinung beruht wohl darauf, daß nachträglich Verdickungselemente in Gestalt von Ringen und Spiralen angelegt und eingeschaltet werden. Auf einen solchen Vorgang lassen auch die Beobachtungen schließen. Es wurde nämlich in einem Gefäße vorn eine spiralige Verdickung beobachtet mit relativ steilem Umgang. Etwas weiter rückwärts tritt eine zweite Spirale auf, die mit der ersten parallel läuft, die Mitte haltend zwischen den Fasern der erstern.

Die Wurzeln von *Ranunculus nemorosus* D. C. besitzen eine gefäßlose Zone von 0,5 mm. Die Gefäße zeigen in ihrer äußersten Endigung spiralige oder ringförmige Verdickungen mit einzelnen Anastomosen. Schon 0,5 mm weiter rückwärts zeigt dasselbe Gefäß zahlreiche Anastomosen, und zugleich haben die Verdickungen auch eine größere Flächenausdehnung erlangt. 0,8 mm

weiter rückwärts ist die Struktur bereits typisch netzförmig-porös geworden (Fig. 34).

Auch in Wurzeln von *Ligustrum vulgare* glaube ich etwas Ähnliches beobachtet zu haben, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Struktur in dem Teile des Gefäßes, welcher der Vegetationsspitze am nächsten liegt, bereits netzförmig erschien, doch nur ganz zart, und dann allmählich nach rückwärts in eine starke netzförmig-poröse Verdickung überging.

Es ist nun sicher, daß im allgemeinen jeder rückwärts liegende Teil eines solchen Gefäßes sich auch einmal in jenem Zustande befunden hat, in welchem sein vorderster jüngster Teil sich befindet. Beim Vorrücken der Vegetationsspitze werden die Gefäße dann allmählich in den endgültigen Zustand übergeführt. Wie läßt sich aber dieser Vorgang verstehen, da wir doch gewohnt sind, Gefäße, welchen die Funktion der Wasserleitung obliegt, als tote Elemente zu betrachten? Es ist fürs erste möglich, daß die Gefäße ihren lebendigen Inhalt bis zu ihrer fertigen Ausbildung behalten, da sich dieser unfertige Zustand doch nicht über eine allzugroße Partie erstrecken würde. Auch Lange[1]) gibt an, daß zwar in den meisten Fällen der lebendige Inhalt aus den Trachealelementen schnell verschwindet, aber doch erst nach Beendigung ihrer Ausbildung. Oder man könnte, wenn man dem lebendigen Inhalte der Gefäße nicht ein so langes Verbleiben zuschreiben will, vielleicht auch daran denken, daß durch eine Substanzeinwanderung aus den umgebenden Zellen des Parenchyms in die Gefäßmembran die Struktur der letztern sich verändern könnte. Einen ähnlichen Gedanken hat Nathansohn[2]) ausgesprochen für die Längenzunahme der Membranen in Ring- und Spiralgefäßen, die eine Streckung erleiden.

Hugo v. Mohl[3]) sagt in seiner Untersuchung über den Bau der Ringgefäße, daß Ringgefäße, Spiralgefäße und netzförmige Gefäße drei verschiedene, aufs nächste miteinander verwandte und vielfach ineinander übergehende Formen sind, daß sie aber nicht als zeitliche Metamorphosenstufen desselben Gefäßschlauches betrachtet werden dürfen. Da die betreffende Arbeit sich vorzugsweise gegen Schleiden richtet, welcher behauptet hatte, daß die Ringgefäße aus Spiralgefäßen hervorgehen, indem Teile von Spiralen miteinander verwachsen und dazwischen liegende Stücke resorbiert würden, so hat v. Mohl in erster Linie sagen wollen, daß niemals aus Netzgefäßen Spiral- oder Ringgefäße und auch niemals aus Spiralgefäßen Ringgefäße entstehen. Bei meinen Beobachtungen würde es sich um eine Metamorphose in umgekehrter Reihenfolge handeln, indem aus Spiralgefäßen, die stellenweise anastomosieren,

[1]) Lange, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der verholzten Gefäße und Tracheiden. (Flora. Bd. 74. pag. 393.)

[2]) Nathansohn, Beiträge zur Kenntnis des Wachst. trachealer Elemente. (Jahrb. für wiss. Bot. Bd. 32. pag. 671.)

[3]) v. Mohl, H., Vermischte Schriften. pag. 292.

allmählich Netzgefäße entstehen. In dieser Hinsicht wäre also auch der Ausspruch v. Mohls einzuschränken.

§ 11. Anatomisch-physiologisches über die Luftwurzeln.

Ich habe oben (§ 6), als von der geringen Streckungsgröße der Wurzeln die Rede war, ausdrücklich die Erdwurzeln unserer Landpflanzen im Auge gehabt, denn es gibt auch Wurzeln, die eine größere Streckungszone aufweisen. Es sind das gewisse Luftwurzeln tropischer Gewächse. Schon Sachs[1]) teilt einige Beobachtungen über solche Wurzeln mit, woraus hervorgeht, daß er die Länge der wachsenden Region unerwartet groß fand, selbst mehr als 10mal so groß als bei Erdwurzeln, so für *Monstera deliciosa* 30—70 mm, für *Philodendron Selloum* etwa 60 mm, für *Vitis velutina* über 100 mm. Den Gesamtzuwachs fand er nicht größer als bei den Erdwurzeln, was wohl damit zusammenhängt, das er bei niedrigen Temperaturen arbeitete und die Pflanzen selbst ein kümmerliches Gewächshausleben führten. Letzterer Umstand mag auch die Ursache sein, daß Sachs eine andere Eigentümlichkeit dieser Wurzeln nicht beobachten konnte. Schimper[2]) machte nämlich auf den Unterschied zwischen Haft- und Nährwurzeln aufmerksam und stellte dabei fest, daß im histologischen Bau der Haftwurzeln mechanische Elemente, namentlich zähe Fasern, vorherrschen, während die leitenden Elemente sehr zurücktreten. In den Nährwurzeln dagegen sind die leitenden Elemente stark und die mechanischen Elemente schwach entwickelt. Sachs kannte diesen Unterschied noch nicht. Er scheint nach Went in europäischen Gewächshäusern meist nicht sichtbar zu sein, und auch mir gelang es nicht, an Gewächshausexemplaren von *Monstera dilacerata*, mehreren *Anthurium*- und *Syngonium*-Arten, welche in ihrer tropischen Heimat beide Arten von Wurzeln ausbilden, so etwas zu bemerken.

Diese beiden Arten von Wurzeln unterscheiden sich nun ebenfalls ganz auffallend durch die Größe der Streckungszone. Dieselbe ist groß für Nährwurzeln, gering für Haftwurzeln Went[3]) hat in Buitenzorg in Ergänzung der oben mitgeteilten Versuche von Sachs diesbezügliche Messungen angestellt. Er fand z. B. bei der Nährwurzel von *Philodendron melanochrysum* für die Streckungszone den Betrag von 40 mm, bei der Haftwurzel der nämlichen Pflanze als Gesamtlänge der wachsenden Zone 11 mm, bei der Haftwurzel von *Philodendron lacerum* eine Streckungszone von 6 mm. Es ließ sich zum vornherein denken, daß die verschiedene Größe der Wachstumszone bei verschiedenen Luftwurzeln auch in der anato-

---

[1]) Sachs, Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. pag. 872, 873.

[2]) Schimper, Die epiphytische Vegetation Amerikas.

[3]) Went, Über Haft- und Nährwurzeln. pag. 18.

mischen Struktur der Gefäße ihren Ausdruck finden würde. Ich habe nun eine Anzahl von Luftwurzeln verschiedener Arten daraufhin untersucht und meine Voraussetzung bestätigt gefunden. Im nachstehenden folgen einige Angaben über die beobachteten Verhältnisse.

Bei *Vanilla planifolia*, einer *Orchidacee* des östlichen Mexikos, entspringt an den Knoten des Stammes je eine Luftwurzel. Längsschnitte durch die Spitze einer solchen zeigen die ersten Gefäße 1,6—1,8 mm hinter dem Vegetationspunkte. Es sind Ring- und Spiralgefäße, die aber hier noch außerordentlich flache Windungen zeigen, welche einander in ähnlicher Weise nahe gerückt sind wie in der Spitze eines Sprosses. Weiter nach rückwärts beginnen die Spiralen allmählich steiler zu werden, die Ringe auseinander zu rücken, doch sind die Abstände der Spiralen oder Ringe sehr unregelmäßig. Es betragen dieselben in einer Entfernung von 4 mm vom Vegetationspunkte bis 7 μ. Weiter rückwärts erscheint auf Längsschnitten ein anatomisches Bild (Fig. 38), welches ganz an ein Sproßstück erinnert, nur daß natürlich die Gefäßfolge eine umgekehrte ist. Es finden sich immer mehrere Ring- und Spiralgefäße, von welchen die äußersten eine starke, die folgenden eine nach dem Alter abnehmende Streckung zeigen. Die Abstände zweier Ringe betragen bis 42 μ.

Von *Monstera dilacerata*, einer *Aracee* des tropischen Amerika, wurden Nährwurzeln untersucht. Der Querschnitt weist durch die großen und reichlich vorhandenen Gefäße auf die Funktion dieser Wurzeln hin. Auf dem Längsschnitt erscheint wieder ein Bild, welches ganz und gar an irgend ein Stammorgan, das eine Streckung durchgemacht hat, erinnert. Es finden sich in jedem Gefäßbündel zwei bis vier Ring- und Spiralgefäße. Schon 8—9 mm hinter dem Vegetationsscheitel beträgt der Abstand zweier Ringe bis 21 μ. Weiter rückwärts wächst dieser Betrag auf mehr als das Doppelte (Fig. 37).

Stark gestreckte Ring- oder Spiralgefäße fand ich ferner in den Luftwurzeln von *Ficus barbata*, in den Nährwurzeln von *Anthurium angustinum*, *Anthurium undatum* und *Syngonium podophyllum*.

Es wäre nun von Interesse gewesen, auch Haftwurzeln anatomisch auf die Beschaffenheit und das Verhalten ihrer Gefäße zu untersuchen. Leider stand mir aber kein Material zur Verfügung, da, wie bereits bemerkt, der Unterschied zwischen Nähr- und Haftwurzeln in unsern Gewächshäusern nicht oder nicht stark genug hervortritt. Soviel aber läßt sich gleichwohl sagen: Die Haftwurzeln werden in den meisten Fällen zwar Ring- und Spiralgefäße besitzen, es werden dieselben jedoch eine weit geringere Streckung zeigen als die aus Nährwurzeln, entsprechend der kleinern Streckungszone, welche die Haftwurzeln besitzen. Es ist sogar möglich, daß Haftwurzeln in den extremsten Fällen ganz auf die Bildung von streckungsfähigen Gefäßen verzichten können, wenn ihre Streckungszone entsprechend kurz ist. Das

ist der Fall bei den Haft- oder Kletterwurzeln unseres einheimischen Efeu, von denen im folgenden noch die Rede ist.

Die Haftwurzeln von *Hedera helix* L., welche ich untersuchte, besaßen eine Länge von etwa 6 mm. Der Querschnitt zeigte 5 Gefäßstränge und in der Mitte den bekannten Baststrang. Auf Längsschnitten fällt vor allem die außerordentlich geringe Größe der gefäßlosen Zone ins Auge. Bereits 0,08 mm hinter der Vegetationsspitze treten Gefäße auf, und zwar besitzen sämtliche sekundäre Verdickungsformen, sodaß rückwärts von dieser Region eine Streckung nicht mehr stattfinden kann. Der zentrale Strang besteht aus mechanischen Zellen, die mitunter stumpfe Endigungen zeigen. Daran legen sich tracheidenähnliche Elemente mit ziemlich dicken Wänden und bald mehr netzförmigen, bald mehr porösen Verdickungen. Spiral- und Ringgefäße konnte ich keine auffinden.

Fragen wir jetzt nach der Ursache, welche das im Vergleiche zu den Wurzeln unserer Landpflanzen so abweichende Verhalten bestimmter Luftwurzeln bedingt, so ist wohl das Hauptgewicht auf die veränderten Lebensbedingungen zu legen. Wir haben gesehen, wie zweckmäßig es für Erdwurzeln ist, nur eine kleine streckungsfähige Zone zu besitzen, da sie besser und mit größerer Stoßkraft den Grund durchdringen können. Bei den in Frage stehenden Luftwurzeln dagegen sind die Bedingungen des Wachstums ganz ähnlich denjenigen, welche für Sprosse dargelegt wurden. Hier ist kein Widerstand zu überwinden; wie Zweige ragen diese Wurzeln frei in die Luft hinaus oder hängen von ihrem Entstehungsorte an niederwärts. Unter solchen Bedingungen wachsen die Luftwurzeln von *Vanilla* und anderer *Orchideen*, die Nährwurzeln von *Monstera*-, *Anthurium*- und *Podophyllum*-Arten. Längsschnitte durch dieselben zeigen, wie oben beschrieben wurde, in der Tat ein Bild, welches sehr an einen Sproß erinnert.

Doch liegen die Verhältnisse nicht bei allen Luftwurzeln so einfach, und es drängen sich überhaupt eine Anzahl Fragen auf, deren genaue Beantwortung wohl nicht an Pflanzen unserer Gewächshäuser möglich ist, sondern nur in der Heimat dieser Bürger der Tropen selbst.

Nicht alle Luftwurzeln zeigen nämlich eine große Streckungszone. Für die Haftwurzeln wurde dies von Went, wie bereits erwähnt, experimentell ermittelt. Bei Sachs[1]) findet sich folgende Bemerkung: „Daß bei den Luftwurzeln der *Aroideen* die wachsende Region aber auch viel kürzer sein kann, zeigten mir zwei Wurzeln von *Philodendron grandifolium*, wo ich sie nur 10—15 mm lang fand, also nicht viel länger als an der Hauptwurzel von *Faba*.“ Ferner untersuchte ich selbst eine Anzahl Luftwurzeln von *Vanda furva*, *Aerides odorata*, *Oncidium sphacelatum* und fand, daß ihre Gefäße keine bedeutende Streckung zeigen. Warum nun diese Erscheinung, da

[1]) Sachs, Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. Bd. II. pag. 876.

es sich in allen Fällen nicht um Erdwurzeln, sondern um echte Luftwurzeln handelt? Bei den Haftwurzeln steht die geringe Streckungszone vielleicht im Zusammenhang mit der physiologischen (mechanischen) Funktion, welche diesen Wurzeln zukommt. Aus Abbildungen geht hervor, daß solche Wurzeln zwar ungleich länger sind als etwa die Klammerwurzeln unseres Efeu, allein im Vergleiche zu Nährwurzeln sind sie doch wieder kurz.

Anders liegen die Verhältnisse bei den mit einem Velamen radicum ausgestatteten Luftwurzeln. Hier übt das Vorhandensein eines starken Velamens einen Einfluß auf die Größe der Streckungszone aus. Man vergleiche nur die Abbildung eines Längsschnittes durch die Spitze einer Luftwurzel von *Oncidium sp.* bei de Bary[1]), und man wird zur Meinung hingeführt, daß eine bedeutende Streckung der primären Elemente des Gefäßbündels kaum erfolgen kann, weil sie durch den Tracheidenmantel des Velamens verhindert wird. Bei *Oncidium sphacelatum*, welches ich untersuchte, fand ich ein 8—10 Zelllagen mächtiges Velamen. Gestreckte Gefäße konnte ich auf Längsschnitten keine beobachten. Es waren zwar Spiralgefäße vorhanden, jedoch nur spärlich. Überhaupt ließen sich in allen von mir untersuchten diesbezüglichen Fällen Ring- oder Spiralgefäße auffinden, doch zeigten dieselben, sobald die Wurzel mit einem starken Velamen versehen war, eine nur ganz unbedeutende Streckuug. War das Velamen von nur geringer Entwicklung, so machte sich auch eine ausgiebigere Streckung der primären Elemente bemerkbar.

Daß die Nährwurzeln rasch wachsen und eine große Streckungszone besitzen, ist leicht verständlich, wenn wir die Lebensweise der betreffenden Pflanzen uns ins Gedächtnis rufen. So viel mir bekannt, handelt es sich vielfach um Organismen, welche wenigstens in ihrer Jugend Epiphyten sind. Sie leben auf Bäumen und senden von da ihre Nährwurzeln aus. Sie haben natürlich einen physiologischen Vorteil davon, daß diese möglichst schnell den Boden erreichen und ihrer Funktion zugeführt werden. In einigen Fällen werden diese Wurzeln später zu Stützwurzeln und übernehmen so neben der Funktion der Ernährung zugleich jene der Festigung als Traggerüste gleichwie Stämme. Sie machen alsdann auch ganz den Eindruck von Stammorganen, so daß es einem dieser Verhältnisse ungewohnten Beschauer schwer wird, in diesen Gebilden Wurzeln zu erkennen. Auch das anatomische Bild einer solchen Wurzel wäre wohl imstande, bei nur flüchtiger Betrachtung ein Stammorgan vorzutäuschen.

Ich habe eine junge Stützwurzel von *Ficus elastica*, für welche allerdings eine Differenzierung in Nähr- und Haftwurzeln nicht angegeben wird, anatomisch untersucht. Die Wurzel stammt aus dem botanischen Garten von Buitenzorg und besitzt einen

[1]) de Bary, Anatomie. pag. 237.

Durchmesser von 8 mm. Der Querschnitt zeigt ein Bild, welches auf den ersten Anblick ganz an einen Stammquerschnitt erinnert. Bei genauerm Zusehen bemerkt man jedoch in der Mitte die zentripetalen Reihen der primordialen Gefäße, welche eine sternförmige Figur bilden. Die Wurzel ist hexarch, und große Markstrahlen führen nach den sechs Hadromplatten. Auf radialen Längsschnitten erscheinen alsdann gestreckte Ring- und Spiralgefäße. Der Abstand zweier Ringe beträgt bis 22 μ. Diese Wurzeln hängen bekanntlich, ehe sie den Boden erreichen, wie lange Schnüre von den Ästen herab.

Für die Nährwurzeln im allgemeinen gibt Schimper[1]) an, daß sie, wenn die Erde erreicht ist, ihr Längenwachstum bald einstellen, daß aber kurz hinter ihrem Ende eine Anzahl Wurzeln hervorbrechen, die im Boden weiter wachsen. Es wäre interessant, zu untersuchen, wie nun diese Wurzeln zweiter Ordnung hinsichtlich der Gefäßbildung sich verhalten. Wahrscheinlich werden sie den typischen Erdwurzeln nahe stehen, da sie unter gleichen Lebensverhältnissen wie diese sich befinden. Daß es wirklich so sein dürfte, scheint mir aus folgender Beobachtung hervorzugehen. Ich untersuchte Luftwurzeln und zwar Nährwurzeln von *Anthurium regium*, die frei von der Pflanze herabhingen und den Boden noch nicht erreicht hatten. Ich fand Gefäße, welche eine recht bedeutende Streckung aufweisen. Darauf untersuchte ich ein Stück einer Nährwurzel (von einem Topfexemplare), die in den Boden eingedrungen und daselbst fortgewachsen war. Auf Längsschnitten fand ich wohl einzelne Ring- und Spiralgefäße mit geringem Abstande der Ringe und flachen Windungen; gestreckte Gefäße konnte ich jedoch keine auffinden. Die Wurzel zeigte auch schon äußerlich eine mehr gedrungene Gestalt als die herabhängenden eigentlichen Luftwurzeln.

Vielleicht würde es sich auch lohnen, der Frage nachzugehen, wozu denn jene Pflanzen mit eigentlichen Luftwurzeln, wie sie *Vanilla* besitzt, ein so rasches Wachstum derselben zeigen? Möglicherweise zur schnellen Vergrößerung der Oberfläche, da diese Wurzeln ja als Wasserdampf kondensierende Organe funktionieren.

Die Zweckmäßigkeit all dieser Erscheinungen und Tatsachen läßt sich, wie bereits bemerkt, weit besser und vollständiger in einem tropischen Klima erkennen und nachweisen; ich bin auf diese Dinge gestoßen, weil ich mir bei meinen Untersuchungen über Erdwurzeln die Frage vorlegte, wie sich wohl Luftwurzeln verhalten werden.

§ 12. Wurzeln von Wasserpflanzen.

Wir haben früher (§ 8) gesehen, daß die geringe Länge der Zuwachszone bei Erdwurzeln als eine Folge der Lebensbedingungen und der Funktion, die sie haben, betrachtet werden muß. Wenn diese Lebensbedingungen sich ändern, kann auch die Größe der

[1]) Schimper, Pflanzengeographie. pag. 336.

Zuwachszone und die Struktur der wasserleitenden Elemente eine andere sein, wie das für gewisse Luftwurzeln gezeigt wurde.

Den Lebensbedingungen, wie sie für Luftwurzeln vorhanden sind: Wachstum in einem widerstandslosen Medium, kommen jene Umstände am nächsten, unter welchen Wasserpflanzen, insbesondere flottierende, leben. Man möchte nun erwarten, daß diese Verhältnisse sich in ähnlicher Weise wie bei Luftwurzeln geltend machen würden. Das scheint jedoch nicht der Fall zu sein. Ich habe die Wurzeln einiger Pflanzen, die hier in Betracht kommen, untersucht und zwar sowohl frei schwimmender als auch solcher, deren Wurzeln noch in den Boden eindringen, aber gewiß auch keinen nennenswerten Widerstand zu überwinden haben. Es hat sich hierbei folgendes ergeben.

Bei *Vallisneria spiralis* L. beträgt die Länge der gefäßlosen Zone 0,7 mm. Die ersten zu beobachtenden Elemente lassen die Art ihrer Verdickung nicht genau erkennen; es können enge Ring- und Spiralgefäße sein oder aber auch netzförmig verdickte Elemente. Gestreckte Gefäße sind in keiner Region wahrzunehmen.

Veronica Beccabunga L. besitzt eine gefäßlose Zone von etwa 0,4 mm. Die ersten Gefäße sind spiralig verdickt; eine kleine Streckung ist vorhanden, jedoch ist dieselbe sehr gering.

Trianea bogotensis. Die gefäßlose Zone mißt 1,8 mm. Die der Spitze zunächst liegenden Elemente zeigen spiralige Verdickungen. Zuweilen treten in demselben Gefäße zwei Spiralen auf. Abstand zweier Umgänge 3,5 μ. Weiter rückwärts ist in keiner Zone irgend eine Streckung wahrzunehmen.

Eichhornia crassipes. Die Länge der gefäßlosen Zone beträgt 1,3 mm. Die ersten Gefäße sind deutlich spiralig verdickt. Ganz vorn beträgt der Abstand zweier Spiralen 2,8 μ; etwas weiter rückwärts bis 3,5 μ. In einem andern, etwas weitlumigern Gefäße aus einer dickern Wurzelspitze wurden Abstände bis zu 4 μ beobachtet. Jedoch sind die Abstände schon bei der Anlage etwas größer gewesen als im ersten Falle. Ein größerer Streckungsbetrag wurde nirgends wahrgenommen.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß zwischen den Wurzeln vieler Landpflanzen und denjenigen der untersuchten Wasserpflanzen hinsichtlich der anatomischen Struktur der Erstlingsgefäße kein nennenswerter Unterschied vorhanden ist. Die ersten zwei Pflanzen *Vallisneria* und *Veronica*, die überhaupt den Landpflanzen sehr nahe stehen, und deren Wurzeln noch in das Substrat eindringen, verhalten sich ganz wie viele typische Landpflanzen. Bei *Trianea* und *Eichhornia* ist etwas auffallend die bedeutende Länge der gefäßlosen Zone. Doch gibt es auch unter den Landpflanzen solche, deren Wurzeln Ähnliches zeigen (*Cephalanthera pallens*). Verhältnisse aber, wie viele Luftwurzeln sie zeigen, treten auch nicht entfernt zutage.

Hier fühle ich eine Lücke in meiner Arbeit, weil die Untersuchung nur so wenige Wasserpflanzen umfaßt. Aus diesem

Grunde kann auch nichts Allgemeines über das Verhalten ihrer Wurzeln bezüglich der primordialen Gefäße gesagt werden.

Wären übrigens die Lebensbedingungen und äußern Verhältnisse das allein Ausschlaggebende, so müßte, sobald diese Bedingungen andere werden, auch das Verhalten einer Wurzel sich ändern. Wenn Luftwurzeln eine große Streckungszone aufweisen und gestreckte Gefäße besitzen, so müßten wir a priori dasselbe Verhalten auch von Erdwurzeln erwarten, sobald dieselben unter ähnlichen Bedingungen wachsen, wie Luftwurzeln. Wir haben aber bereits gesehen, daß dieses wenigstens bei den Wurzeln der untersuchten Wasserpflanzen nicht der Fall ist. Im Gegenteil! Wacker[1]) hat sogar nachgewiesen, daß die von ihm in Kulturen beobachteten Landpflanzen *Vicia Faba*, *Lupinus albus*, *Helianthus annuus*, *Cucurbita Pepo* an ihren Wurzeln, wenn sie in Wasser kultiviert werden, keine Vergrößerung der Streckungszone, sondern sogar eine Retardation im Längenwachstum ihrer Hauptwurzeln erfahren. Umgekehrt zeigen die Wasserpflanzen *Lemna minor* und *trisulca*, *Azolla filiculoides* und *Hydrocharis morsus ranae* in einem normal durchfeuchteten Gartenboden beinahe gar kein Wurzelwachstum mehr. Ferner wurde von Wacker festgestellt, daß sowohl bei den Landpflanzen, als auch bei den Wasserpflanzen diese Unterschiede im Längenwachstum ihrer Wurzeln in Wasser und Erde nicht eine Folge des verschiedenen Sauerstoffgehaltes dieser Medien sind. Auch der Umstand, daß die Wurzel bei ihrem Wachstum in Erde, nicht aber im Wasser, fortgesetzt an feste Körper stößt, und daß in der Bodenflüssigkeit reichliche Nährstoffe gelöst sind, ist nicht die Ursache der fraglichen Differenzen.

Es liegt nahe, in allen diesen Fällen für ein so auffallendes Verhalten innere Ursachen verantwortlich zu machen, die wir als gegeben betrachten müssen.

§ 13. Physiologisches zum Dimorphismus einzelner Wurzeln, Beobachtungen und Versuche im Anschluß an Pfeffers Experimente.

Ich habe schon oben (§ 7) die Bemerkung gemacht, daß ich in einigen Fällen auf einen gewissen Dimorphismus bei Erdwurzeln ein und derselben Pflanze gestoßen bin, daß dieselben äußerlich eine verschiedene Gestalt zeigen und auch anatomische Verschiedenheiten aufweisen. Ich glaube, daß hier die Stelle ist, um auf diese Vorkommnisse zurückzukommen. Zugleich möchte ich damit einige mehr allgemeine Betrachtungen über den Einfluß des umgebenden Mediums auf die Gestaltung der Bodenwurzeln verbinden.

Pfeffer[2]) bemerkt in seiner Physiologie folgendes: „Die Ausdehnung und die Gestaltung in der Wachstumszone ist ge-

---

[1]) Wacker, Beeinflussung des Wachstums der Wurzeln durch das umgebende Medium. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 32. pag. 115.)

[2]) Pfeffer, Pflanzenphysiologie. Bd. II. pag. 10.

wissen Schwankungen unterworfen. So geht die Streckungszone der Zweige bei Abschluß der sommerlichen Periode in Dauergewebe über und wird demgemäß beim Austreiben der Knospe erst allmählich wieder hergestellt. Ein ähnlicher Erfolg läßt sich durch künstliche Hemmung des Wachsens erzielen. Insbesondere bei den Wurzeln wird in einem Gipsverband die wachstumsfähige Strecke schließlich auf den Vegetationspunkt reduziert .... Eine gewisse Verschiebung muß immer eintreten, sobald durch innere oder äußere Ursachen das Verhältnis zwischen der Schaffenstätigkeit der Vegetationspunkte und der Streckungszone in irgend einer Weise modifiziert wird. Jedenfalls muß eine wachstumsfähige Zone immer so beschaffen und untergebracht sein, daß sie ihre Aufgaben zu erfüllen vermag, also auch gegen Unbilden genügend geschützt sein." Bei den angeführten Versuchen mit eingegipsten Wurzeln fand Pfeffer[1]) folgendes: In Wurzeln von *Faba* war nach 2—3tägigem Eingipsen die wachstumsfähige Zone, welche sonst 10—13 mm beträgt, auf 5—6 mm, nach 25 Tagen auf 3 mm zurückgegangen. — Im starren Gipsverbande rückt die Ausbildung von Dauergewebe allmählich akropetal vor, und Zellen gehen dabei ohne Verlängerung in den Dauerzustand über, welche ohne diese mechanische Hemmung auf die doppelte Länge herangewachsen wären. — Gleichzeitig mit der Ausbildung von Dauergewebe rückt die Bildung von Nebenwurzeln akropetal vor. Ganz analoge Resultate erhielt Pfeffer auch für Wurzeln von *Zea Mays*, *Pisum sativum*, *Vicia sativa*, *Phaseolus multiflorus*, *Helianthus annuus*.

Was die anatomischen Verhältnisse speziell betrifft, fand Pfeffer[2]), daß mit der Ausbildung von Dauergewebe auch die Gefäßbündel bis nahe an die Spitze vorrücken, und nach der zwangsweisen Hemmung werden endlich, 1—2 mm von der Spitze entfernt, ausgebildete Gefäße gefunden, die normalerweise in gleicher Ausbildung 20—40 mm hinter der Spitze auftreten. In einer Keimwurzel von *Vicia Faba* waren nach 15—27tägigem Eingipsen ausgebildete Tüpfel- und Spiralgefäße nur 1,1 mm vom Scheitelpunkte des Wurzelkörpers entfernt, während in normalen Wurzeln diese Gefäße erst 25—35 mm von der Spitze entfernt diese Ausbildung erreichen. Die Spiralgefäße waren etwas flacher geworden. Bei *Zea Mays* waren die Gefäße nach 11tägigem Eingipsen bis auf 0,4 mm gegen den Scheitelpunkt vorgerückt, während sie normaler Weise erst 30—40 mm von diesem entfernt die gleiche Ausbildung erreichen. Soweit Pfeffer in seinen Ausführungen.

Es ist nun klar, daß der Boden durch seine Beschaffenheit in ähnlicher Weise das Wachstum und die Gefäßbildung einer Wurzel beeinflussen kann, wie es Pfeffer durch einen Gipsverband vermochte, nur sind die Faktoren und Erscheinungen nicht so gut kontrollierbar wie beim Laboratoriumsversuche.

[1]) Pfeffer, Druck und Arbeitsleistungen, pag. 120ff.
[2]) Ebenda.

Ich habe diese Verhältnisse zwar nicht umfassend und systematisch studieren können, da ich erst im Laufe meiner anatomischen Untersuchungen darauf aufmerksam wurde. Dennoch will ich hier einiges mitteilen.

Ganz allgemein fand ich, daß bei Pflanzen, deren Wurzeln in trockenem, steinigem oder auch zähem, lehmigem Boden vegetieren, die Gefäße der letztern weiter gegen den Scheitelpunkt vorgerückt sind, als bei Wurzeln jener Pflanzen, die in einem lockern, sandigen oder auch sumpfigen, überhaupt einem leichter durchdringbaren Boden wachsen. Was insbesondere die primordialen Gefäße anbetrifft, finden sich in Wurzeln der erst erwähnten Standorte selten Gefäßschläuche mit Ringen und Spiralen von typischer Form, meist zeigen die Verdickungsleisten zahlreiche Anastomosen und nähern sich den oben (§ 7) beschriebenen Verdickungsformen. Bei Wurzeln der in zweiter Linie namhaft gemachten Standorte finden sich fast immer echte Spiral- und Ringgefäße, wie das der größere Betrag der gefäßlosen Zone auch erwarten läßt. In Wurzeln solcher Standorte fand ich die ausgeprägtesten Spiralgefäße, welche mir bei Bodenwurzeln überhaupt begegneten. Die zwei extremsten mir bekannt gewordenen Fälle bei Pflanzen von natürlichen Standorten sind die folgenden.

Bei *Fraxinus excelsior* fand ich bei Exemplaren aus trockenem, etwas steinigem Boden in den Wurzeln die Gefäße vorgerückt bis 0,18 mm hinter der Spitze. Zugleich waren weder Spiral- noch Ringgefäße auffindbar, sondern nur Elemente mit andern Verdickungsformen.

Eupatorium cannabinum dagegen, aus sumpfigem Boden, zeigte in den Wurzeln eine gefäßlose Zone von 3.5 mm Länge und deutliche Spiralgefäße.

Das sind nun Pflanzen mit extrem verschiedenen Standorten. Auch das makroskopische Aussehen der Wurzeln ist schon ein ganz verschiedenes. Bei *Fraxinus* sind dieselben kurz, gedrungen und reichlich verzweigt, während sie bei *Eupatorium* lang und unverzweigt sind.

Aber auch bei einer und derselben Pflanze fand ich Unterschiede betreffs der Wurzeln, die wohl nur durch Bodeneinflüsse zu erklären sind. So beobachtete ich, daß bei *Clematis vitalba* L. und *Viburnum lantana* die gefäßlose Zone der Wurzeln bei Exemplaren aus feuchtem, wenig steinigem Boden etwas länger ist, als bei solchen aus sehr trockenem, insbesondere steinigem Schotterboden.

Ein anderer Fall betrifft die Wurzeln von *Abies excelsa*. Als ich Material sammelte, nämlich Wurzelspitzen, grub ich einmal zwei junge Tännchen aus. Der Standort war ein steiniger, trockener Boden, welcher besonders auch der Sonnenhitze ausgesetzt war, so daß die Tännchen kein gutes Fortkommen zeigten. Sie besaßen ein reichverzweigtes Wurzelwerk, das aber schon äußerlich den Eindruck langsamen Wachstums machte. Diese Wurzeln (Fig. 36) besitzen eine gefäßlose Zone von 0.7—1 mm Länge, und für sie habe ich oben (§ 7) das Fehlen von Ring-

und Spiraltracheiden und das Auftreten behöftporiger Elemente beschrieben. Später grub ich nochmals junge Tännchen aus, jedoch in einem sehr wasserreichen Boden. Die oberste Schicht desselben war relativ trocken, von Kies und Erde gebildet. Der Untergrund war ein Schotterboden, welcher von einem nahen Wasserlaufe ganz durchtränkt war. Ich fand nun an den gut aussehenden und leicht herauszuhebenden Bäumchen ganz oben ähnliche Wurzeln wie im ersten Falle, dann aber, in die Tiefe dringend, eine größere Zahl langer, hellbräunlich gefärbter Wurzeln, die viel dicker waren, sehr üppig aussahen und in einzelnen Fällen eine Länge von mehr als 40 cm erreichten (Fig. 35). Für diese Wurzeln beträgt die gefäßlose Zone 2.5—3 mm. Die Struktur der zuerst sichtbaren Elemente wurde schon oben (§ 7) beschrieben. Hervorzuheben ist, daß die Wurzeln der ersten Art, also von trockenen Standorten, reichlich Seitenwurzeln besitzen, und zwar bis kurz hinter die Spitze der Hauptwurzel, während die Wurzeln der zweiten Art unverzweigt sind. Pfeffer führt, wie wir oben sahen, das Vorrücken der Bildung von Nebenwurzeln als Folge der mechanischen Hemmung durch den Gipsverband an.

Wurzeln mit ähnlichem Dimorphismus, jedoch in engern Grenzen, beobachtete ich ferner bei einem Exemplare von *Aspidium filix mas*. Die kurzen Wurzeln zeigen die ersten Elemente 0.4 mm hinter der Spitze, die längern etwa 1,1 mm. Da ich die betreffenden Wurzeln nicht selbst sammelte, ist es mir nicht möglich, etwas Sicheres über die Bodenverhältnisse beizufügen.

Um zu erfahren, ob Bodenverhältnisse wohl auch so starke Hemmungen des Wachstums hervorzubringen vermöchten, wie Pfeffer dieses künstlich durch Eingipsen bewirkte, ließ ich Pflanzen von *Zea Mays* und *Vicia Faba* 20—25 Tage in einem harten, wenig durchfeuchteten Boden wachsen. Die anatomische Untersuchung freipräparierter Wurzeln solcher Pflanzen ergab, daß bei *Zea Mays* die Gefäße bis auf 0,3 mm gegen den Scheitelpunkt vorgerückt waren, während Pfeffer dieselben nach 11-tägigem Eingipsen auf 0,4 mm vorgeschoben fand. Bei *Vicia Faba* waren dieselben bis auf 0,5 mm vorgerückt, bei den Versuchen Pfeffers nach 15—27tägigem Eingipsen auf 1,1 mm. Bei *Zea Mays* fanden sich unter den am weitesten vorgeschobenen Elementen, also 0.3 mm rückwärts von der Spitze bereits porös und netzförmig verdickte Gefäße. Ob echte Ring- und Spiralgefäße auch noch vorhanden sind, vermochte ich nicht festzustellen, jedoch beobachtete ich Formen, welche Übergänge zwischen spiraliger und netzförmiger Struktur zeigten. Bei *Vicia Faba* fand ich bei der trockenen Kultur keine echten Spiralgefäße, während Pfeffer noch Spiralgefäße mit flachen Windungen beobachtete. Ich konnte nur Formen mit porösnetzartigen Verdickungen feststellen und als jüngste Elemente scheinbare Spiralgefäße, die aber so zahlreiche Anastomosen besitzen, daß eine Streckbarkeit absolut ausgeschlossen ist. Zum Vergleiche wurden die beiden Pflanzen auch in Wasserkulturen

gezogen. Bei den Wurzeln aus solchen war in beiden Fällen die gefäßlose Zone bedeutend größer als oben. Dieselbe war jedoch nicht genau bestimmbar, weil in den Gefäßschläuchen ein ganz allmähliches Hervortreten der Verdickungen stattfindet. Die der Spitze zunächst liegenden Gefäße zeigten echte Spiralen oder Ringe, zwar auch ohne bemerkbare Streckung. Elemente mit netzförmig poröser Verdickung fanden sich erst ziemlich weit rückwärts.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß die Bodenbeschaffenheit in der Tat ein das Wachstum und die innere Gestaltung der Wurzel beeinflussender Faktor ist. Insbesondere zeigt sich, wenigstens für diese speziellen Fälle, daß die Verdickungsform so wie das örtliche Auftreten der primordialen Gefäße oder Elemente in einigem Maße von der Beschaffenheit des umgebenden Mediums abhängig sind.

Im allgemeinen habe ich bei meinen Untersuchungen über die Länge der gefäßlosen Zone nebst den anatomischen Begleiterscheinungen das eingangs dieses Kapitels mitgeteilte Resultat erhalten, nämlich, ihre beschriebene Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit. In vielen einzelnen Fällen habe ich jedoch öfters keine genaue Übereinstimmung gefunden, selbst bei Wurzeln einer und derselben Pflanze des gleichen Standortes. Teilweise wird der Grund darin liegen, daß die einzelnen Wurzeln individuelle Schwankungen zeigen. Auch habe ich zu wenig Vergleichsmaterial von verschiedenen Standorten zu meiner Verfügung gehabt. Eine eingehende Untersuchung dieser Verhältnisse wird sich jedenfalls auch die Frage vorlegen müssen, welche Rolle die systematische Verwandtschaft in all diesen Dingen spielt.

Zusammenfassung der Resultate des I. Teils.

1. Die Gefäßbündel monokotyler Stämme lassen sich in 9 Typen ordnen, wobei vom 1. bis zum 9. die Begrenzungsfläche zwischen Hadrom und Leptom immer kleiner wird.

2. Für die Modellierung dieser verschiedenen Bautypen dürften in Betracht kommen: ernährungsphysiologische und mechanische Momente, sodann auch der Einfluß des zeitlichen Beginnes und Verlaufes der Vegetationsperiode.

3. Vom mechanischen Standpunkte aus sind zu erklären die Bündel des 6. und 8. Typus.

4. Die Lehre, daß im Stengel die Vasalteile immer ihre engsten Gefäße nach innen (im Blatte nach oben), die weitesten nach außen (im Blatte nach unten) kehren, darf nicht zu sehr verallgemeinert werden, da eine ganze biologische Gruppe ein gegenteiliges Verhalten zeigt. Diese Erscheinung, daß Gefäßbündel nach Bildung von wenigen oder gar keinen englumigen Primanen sofort sehr große oder größte Gefäße bilden und mit

kleinsten aufhören, ist durch die starke Transpiration zu erklären, welche bei schnell einsetzender und rasch sich entwickelnder Vegetation auf einmal vergrößerte Anforderungen an das Leitungssystem stellt.

Die genannte Erscheinung findet sich, was beachtenswert ist, bei Pflanzen, deren ganze Vegetationsdauer auf eine kurze Zeit beschränkt ist. (Biologische Gruppe der Zwiebel- und Knollengewächse.)

Zusammenfassung der Resultate des II. Teils.

1. Der Ausdruck „primordiales Gefäß" ist weder als ein anatomischer noch als ein anatomisch-physiologischer, sondern nur als ein zeitlicher aufzufassen.

2. Die eigentümlichen biologischen Verhältnisse und Aufgaben der Erdwurzeln verbieten nicht bloß eine beträchtliche Länge der Streckungszone, sondern rufen in vielen Fällen eine besondere Ausgestaltung der primordialen Elemente hervor. In den extremsten derartigen Verkommnissen fehlen Ring- und Spiralgefäße ganz. Anschließend daran zeigen andere Wurzeln Erstlingselemente mit anastomosierenden Ringen und Spiralen. Endlich folgen solche, die wohl echte Ring- und Spiralverdickungen aufweisen, aber keine bemerkenswerte Streckung derselben zeigen. Allen diesen Fällen gegenüber steht eine Gruppe mit stammähnlichem Verhalten, d. h. mit mehr oder weniger gestreckten Ring- und Spiralgefäßen (gewisse Luftwurzeln).

3. In Wurzeln aus lockerm oder sumpfigem Boden sowie insbesondere in Luftwurzeln (2) ohne starkes Velamen und in Nährwurzeln, die sämtlich infolge des geringen Widerstandes, der ihrer Verlängerung entgegen steht, eine große Streckungszone besitzen, zeigen die Primordialgefäße spiralige oder ringförmige Verdickung mit größeren Abständen. Die Abhängigkeit des Baues der primordialen Gefäße von den Bodenverhältnissen wurde durch vergleichende Untersuchungen und durch einige Kulturversuche dargetan. Letztere ergaben, daß durch die Bodenbeschaffenheit ähnliche Wirkungen zutage treten, wie sie nach Pfeffers Versuchen (Eingipsen) künstlich hervorgerufen wurden. Insbesondere werden durch gewisse Böden Wachstumshemmungen hervorgerufen, welche ein apikales Vorrücken der Gefäßbildungszone veranlassen und die Bildung von ringförmig und spiralig verdickten Primordialelementen mehr oder weniger unterdrücken. Individuelle Verschiedenheiten und Erblichkeitsverhältnisse beeinflussen indes in noch nicht bekannte Weise ebenfalls die in Rede stehenden Strukturen.

4. Entwicklungsgeschichtlich wurde festgestellt, daß in Wurzeln von *Ranunculus nemorosus*, *Veronica Anagallis* und teilweise auch in solchen von *Ligustrum vulgare* ein und dasselbe Gefäß in seinem Verlaufe von der Spitze nach rückwärts eine verschiedene Struktur zeigt.

Die Untersuchungen zu der vorliegenden Arbeit wurden im Sommersemester 1902 im bot. Institut der Universität Freiburg in der Schweiz, auf Anregung von Herrn Professor Dr. Westermaier, begonnen und im Wintersemester 1903 zu Ende geführt. Für seine stete Leitung und gütigen Ratschläge bei meiner Arbeit sowie auch für die Überlassung von teilweise in Java gesammeltem Untersuchungsmaterial erlaube ich mir, meinem hochverehrten Lehrer meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Zu aufrichtigem Danke bin ich ferner verpflichtet den Herren Dr. Ed. Fischer, Universitätsprofessor und Direktor des botanischen Gartens in Bern und P. Maurus Gentinetta, O. S. B. Gymnasialprofessor in Sarnen, deren Güte ich einen Teil des Untersuchungsmaterials verdanke.

Literatur-Verzeichnis.

de Bary, A. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877.

Frank, B. Lehrbuch der Botanik. Bd. I. Leipzig 1892.

Grisebach, A. Die Vegetation der Erde. Leipzig 1872.

Haberlandt, G. Physiologische Pflanzenanatomie. II. Auflage. Leipzig 1896.

Kny, L. Über einige Abweichungen im Bau des Leitbündels der Monokotyledonen. (Sonderabdruck aus den Verhandlungen des bot. Vereins der Provinz Brandenburg. Berlin 1881.)

Lange, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der verholzten Gefäße und Tracheiden. (Flora. Bd. 74. 1891.)

Laux, W. Ein Beitrag zur Kenntnis der Leitbündel im Rhizom monokotyler Pflanzen. [Inauguraldissertation. Berlin 1887.]

v. Mohl, H. Vermischte Schriften botanischen Inhaltes. Tübingen 1845.

Nägeli, C. Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. Heft I. Leipzig 1858.

Nathansohn, A. Beiträge zur Kenntnis des Wachstums der trachealen Elemente. (Jahrb. für wiss. Botanik. Bd. 32. 1898.)

Pax, F. Prantls Lehrbuch der Botanik. XI. Auflage. Leipzig 1900.

Pfeffer, W. Druck- und Arbeitsleistungen durch wachsende Pflanzen. Leipzig 1893.

Pfeffer, W. Pflanzen-Physiologie. II. Aufl. Bd. II. Leipzig.

Rikli, M. Botanische Reisestudien auf einer Frühlingsfahrt durch Korsika. Zürich 1903.

Russow, E. Betrachtungen über das Leitbündel und Grundgewebe aus vergleichend morphologischem und phylogenetischem Gesichtspunkte. [Festschrift.] Dorpat 1875.

Russow, E. Vergleichende Untersuchungen etc. (Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Tome 19. 1873.)

Sachs, J. Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1893.

Sachs, J. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. II. Aufl. Leipzig 1889.

Schimper, A. F. W. Die epiphytische Vegetation Amerikas. (Bot. Mittg. a. d. Tropen. Heft 2. Jena 1888.)

Schimper, A. F. W. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.

Schwendener, S. Gesammelte botanische Mitteilungen. 1898.

Strasburger, E. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. III. Aufl. Jena 1898.

Wacker. J. Die Beeinflussung des Wachstums der Wurzeln durch das umgebende Medium. (Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. 32. 1898.)
Went, F. A. F. C. Über Haft- und Nährwurzeln bei Kletterpflanzen und Epiphyten. (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. XII.)
Zimmermann, A. Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Breslau 1887.

Erklärung der Figuren.

Sämtliche Figuren wurden mit Hülfe des Abbeschen Zeichenapparates entworfen. In den Figuren 1—6 und 9—20 finden sich unten die Gefäße, während *l* die Lage des teilweise durch punktierte Linien abgegrenzten Leptoms bezeichnet. Die Figuren 21—29, 31, 40—44 stellen die Endigungen von Elementen in Wurzelspitzen dar, und zwar sind es immer die dem Vegetationspunkte zunächst liegenden, also die jüngsten. Vor ihnen befanden sich in allen Fällen keine differenzierten Hadromelemente.

Fig. 1. *Leucojum vernum.* Gefäßbündel aus dem Stammquerschnitt 3—4 cm oberhalb der Zwiebel. Vergr. 240.
Fig. 2. *Scilla bifolia.* Bündel aus einem Blattquerschnitt. Vergr. 240.
Fig. 3. *Galanthus nivalis.* Bündel aus einem Blattquerschnitte, zeigt die Abplattung der Gefäße. Vergr. 240.
Fig. 4. *Leucojum vernum.* Kleines Bündel aus einem Stammquerschnitt unterhalb der Blüte, beginnt innen mit dem größten Gefäße. V. 240.
Fig. 5. *Scilla bifolia.* Bündel aus einem Blattquerschnitte. Sieht der Hadromplatte einer Wurzel ähnlich. Vergr. 240.
Fig. 6. *Leucojum vernum.* Aus einem Blattquerschnitt. Vergr. 240.
Fig. 7. *Tofieldia calyculata.* Gefäßbündel aus einem Stammquerschnitt. *g* Gefäße, *l* Leptom, durch *m*, mechanische verdickte Zellen, in zwei Teile geteilt. Vergr. 500.
Fig. 8. *Scilla bifolia.* Skizze eines Querschnitts durch Stamm und Blätter etwa 2 cm oberhalb der Zwiebel. Vergr. 30.
Fig. 9—11. *Narcissus poeticus.* Gefäßbündel von Querschnitten, welche unten, in der Mitte und zu oberst durch das Blatt gehen. Fig. 9 zeigt deutlich bandförmige Anordnung der Elemente des Hadroms., während dieselbe bei 10 kaum, bei 11 gar nicht mehr zu beobachten ist. Vergr. 240.
Fig. 12. *Narcissus poeticus.* Gefäßbündel aus einem Querschnitt durch den Stamm 4 cm unter dem Hochblatt. Der Hadromteil ist gegen das Leptom geradlinig abgegrenzt; um letzteres gruppieren sich mechanische Zellen in bogenförmiger Anordnung. Vergr. 240.
Fig. 13. *Narcissus poeticus.* Bündel aus einem Querschnitt über dem Hochblatt. Der mech. Belag ist verloren gegangen. Der Hadromteil hat eine bifurkate Gestalt angenommen. Vergr. 240.
Fig. 14. *Colchicum autumnale.* Gefäßbündel aus einem Stammquerschnitt; beginnt mit den engsten Gefäßen und endigt mit den größten. Vergr. 240.
Fig. 15. *Colchicum autumnale.* Gefäßbündel aus einem Blattquerschnitte. Die größten Gefäße befinden sich in der Mitte. Gegen das Leptom zu finden sich kleinere und kleinste. Vergr. 240.
Fig. 16. *Fritillaria tenella.* Gefäßbündel aus dem Stammquerschnitt. Das Bündel beginnt mit großlumigen Gefäßen, schließt mit bedeutend engern. Vergr. 240.
Fig. 17. *Allium sphaerocephalum.* Bündel aus dem Stammquerschnitt. Vergr. 240.
Fig. 18. *Arum macultaum.* Bündel aus dem Stammquerschnitt. Vergr. 240.
Fig. 19, 20. *Gladiolus* sp. (frühblühende Art aus einem Gewächshaus). Fig. 19. Querschnitt eines Gefäßbündels aus dem Stamm. Fig. 20. Bündel aus einem Blattquerschnitt. Die äußersten engen Gefäße sind

porös verdickte Gefäße (die Wandung derselben ist in der Zeichnung etwas zu dick ausgefallen). Vergr. 240.

Fig. 21. *Equisetum* spec. (vergl. das oben über die Fig. 21—29, 31, 40—44 Bemerkte). Vergr. 500.

Fig. 22. *Neottia nidus avis.* Vergr. 500.

Fig. 23, 24. *Epipactis latifolia.* 24 bei hoher Einstellung. Die punktierten Umrisse treten erst bei etwas tieferer Einstellung hervor. V. 500.

Fig. 25, 26. *Vinca minor.* Vergr. 500.

Fig. 27. *Majanthemum bifolium.* Vergr. 500.

Fig. 28. *Anagallis arvensis.* Vergr. 500.

Fig. 30. *Viburnum Lantana.* Elemente aus der vordersten Spitze der Wurzel. a Zellschlauch mit beginnender netzförmiger Verdickung, die im Präparat noch zarter ist als hier in der Zeichnung. b netzförmig porös verdickte Tracheide. V. 500.

Fig. 31. *Viburnum Lantana.* Vergr. 500.

Fig. 32. *Ligustrum vulgare.* Aus der Spitze einer Wurzel. a zwei Tracheiden, deren porös netzförmige Verdickung nicht gezeichnet ist, begleitet von Elementen, die mit Hoftüpfeln versehen sind. *l* das Lumen dieser Elemente. Vergr. 500.

Fig. 33. *Veronica Anagallis.* Zwei Stücke eines und desselben Gefäßes aus einer Wurzelspitze. *a* der jüngere Zustand mit spiraligen Verdickungen, die teilweise anastomosieren, geht allmählich in den Zustand *b* über, welcher eine netzförmige Verdickung aufweist. Vergr. 500.

Fig. 34. *Ranunculus nemorosus.* Drei verschiedene Stadien eines und desselben einer Wurzelspitze entstammenden Gefäßes. *a* das jüngste, *e* das älteste. Vergr. 500.

Fig. 35. *Abies excelsa.* Stück einer der längern Wurzeln aus stark feuchtem Boden; hellbräunlich gefärbt, unverzweigt. $^1/_1$.

Fig. 36. *Abies excelsa.* Stück einer der kürzern Wurzeln, aus trockenem Boden; mit Verzweigungen. $^1/_1$.

Fig. 37. *Monstera dilacerata.* Längsschnitt durch eine Luftwurzel (Nährwurzel). *c* bezeichnet die Seite, wo sich das Mark befindet. Vergr. 430.

Fig. 38. *Vanilla planifolia.* Längsschnitt durch eine Luftwurzel. *c* bezeichnet die Markseite. Vergr. 430.

Fig. 39. *Ligustrum vulgare.* *a* Zellschlauch mit zart netzförmigen Verdickungen, gegen die Vegetationsspitze der Wurzel zu am meisten vorgeschoben, *b* Stück eines fertigen Elementes. Vergr. 500.

Fig. 40. *Polygonatum verticillatum.* Vergr. 500.

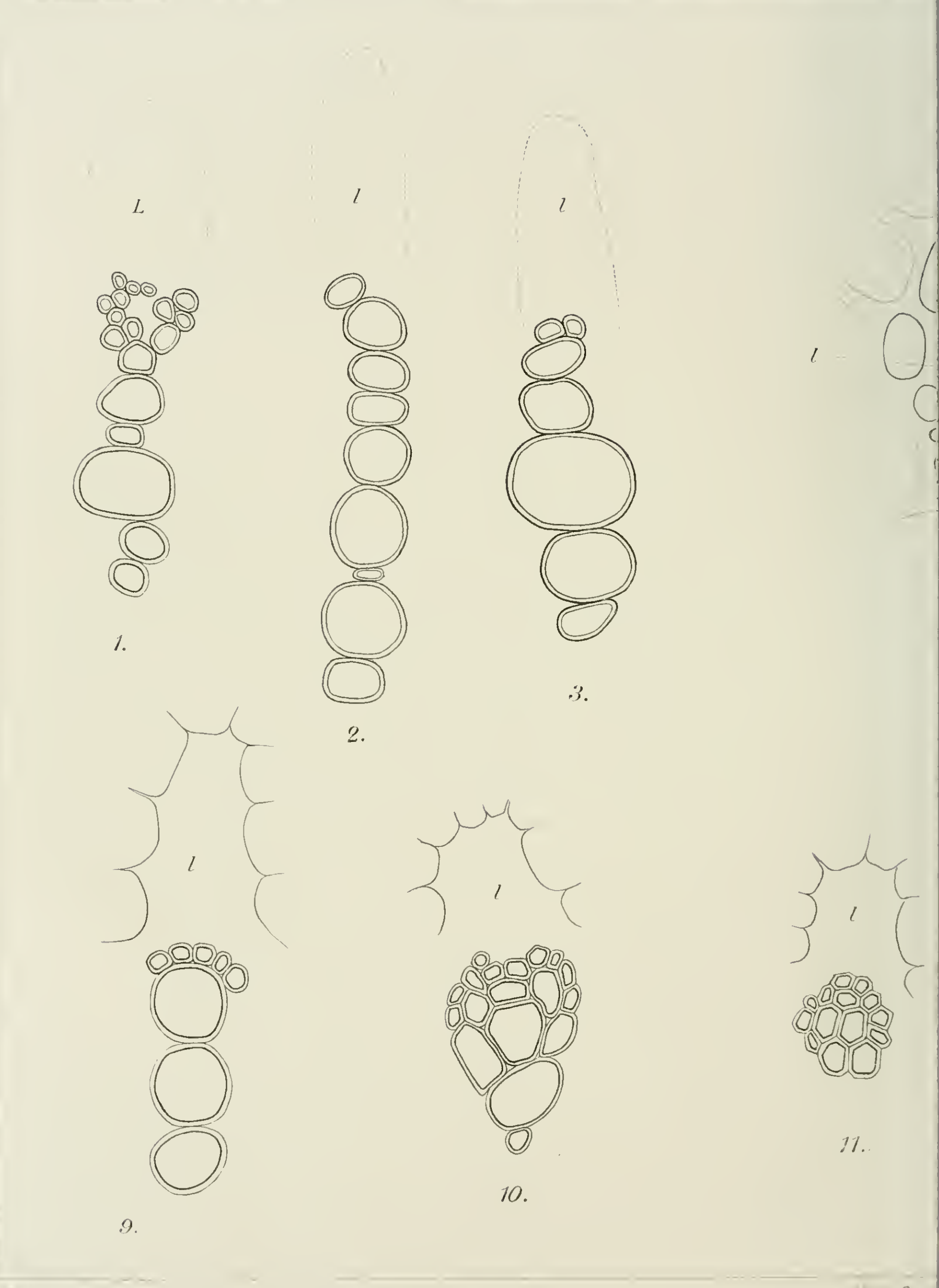
Fig. 41. *Vicia sepium.* Vergr. 500.

Fig. 42. *Abies excelsa.* Ende einer Tracheide mit Hoftüpfeln, aus der Spitze einer der kürzern Wurzeln (Fig. 36). Vergr. 500.

Fig. 43. *Aspidium filix mas.* Ende einer Tracheide aus einer der längern Wurzeln. Vergr. 500.

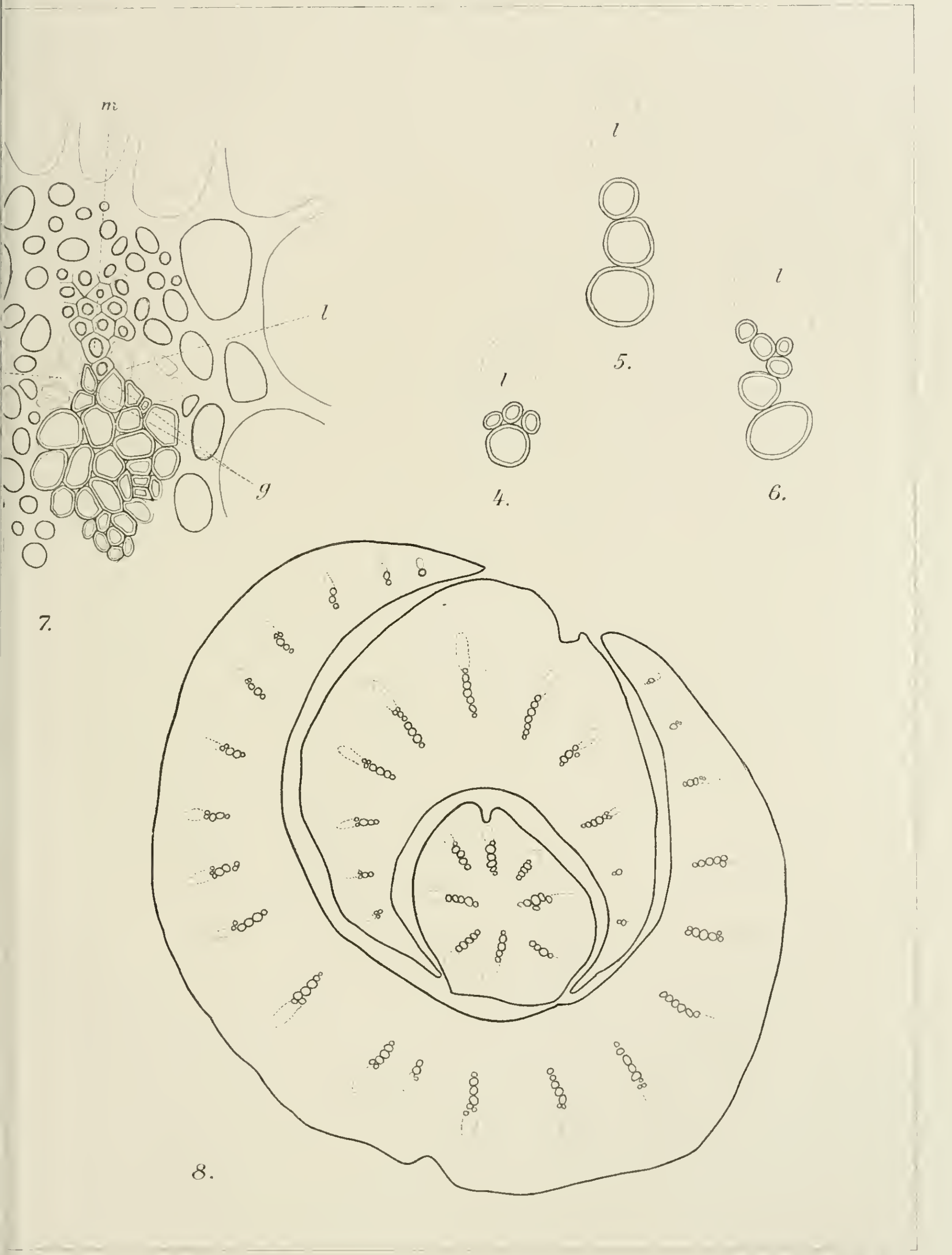
Fig. 44. *Aspidium filix mas.* Ende einer porös verdickten Tracheide aus einer der kürzern Wurzeln. Vergr. 500.





Scheren gez.

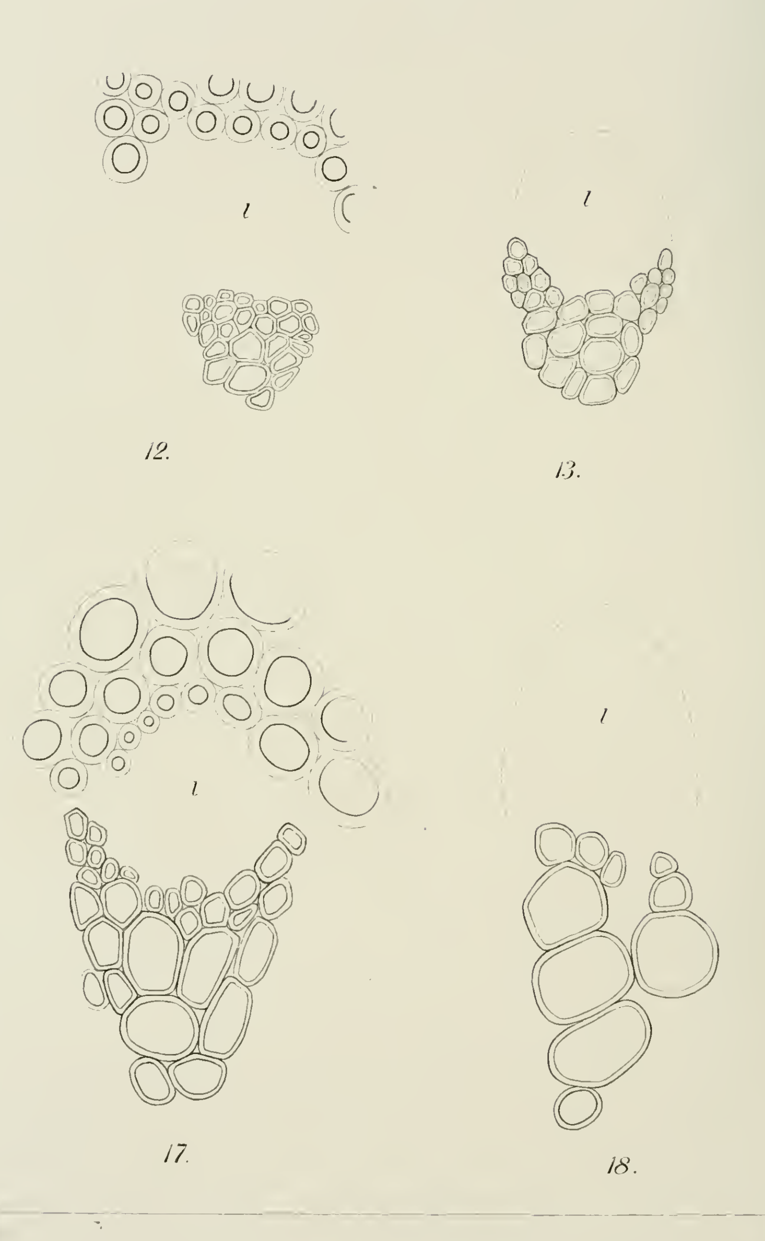
Ver. Gust



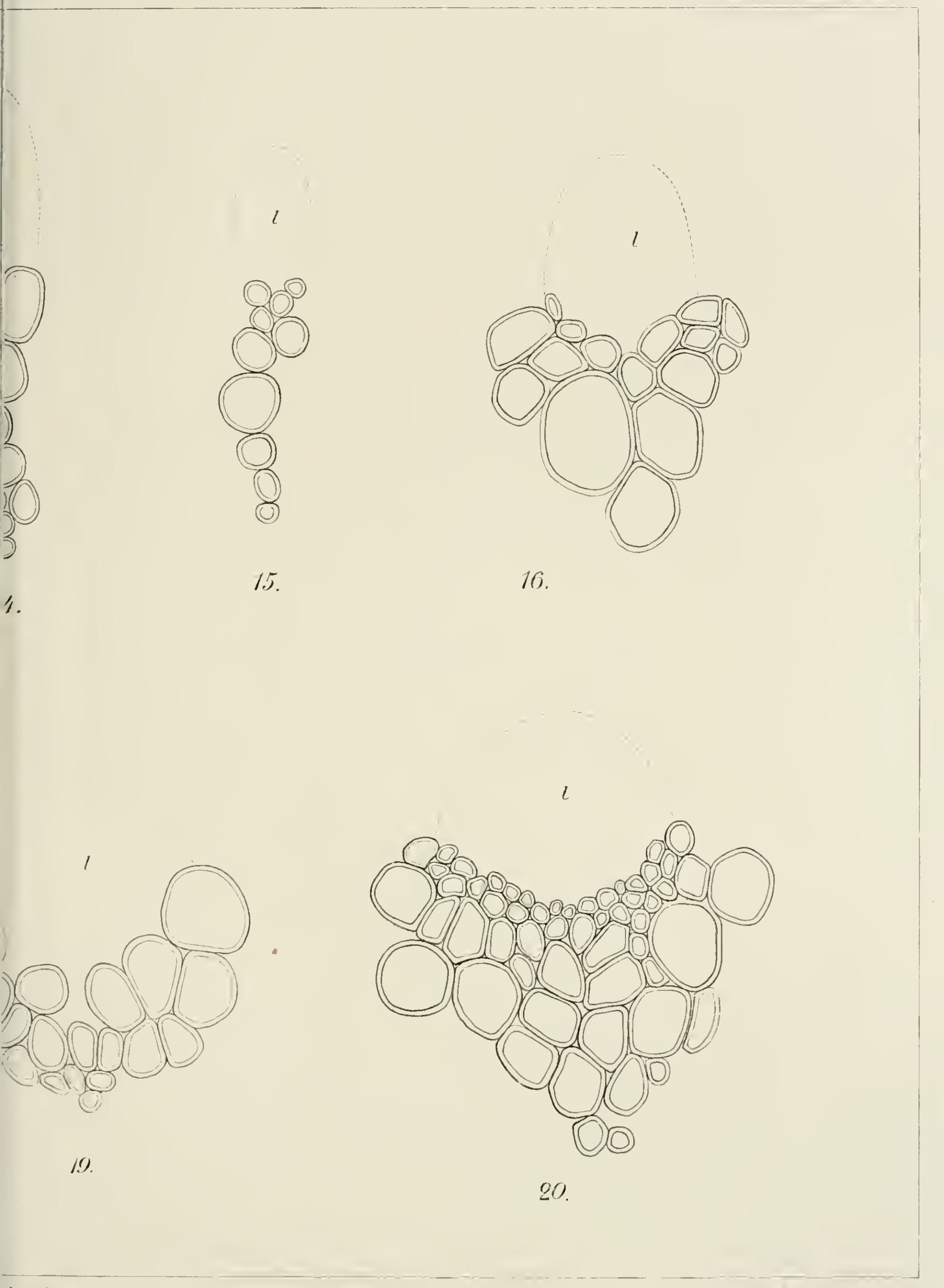
ischer, Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena





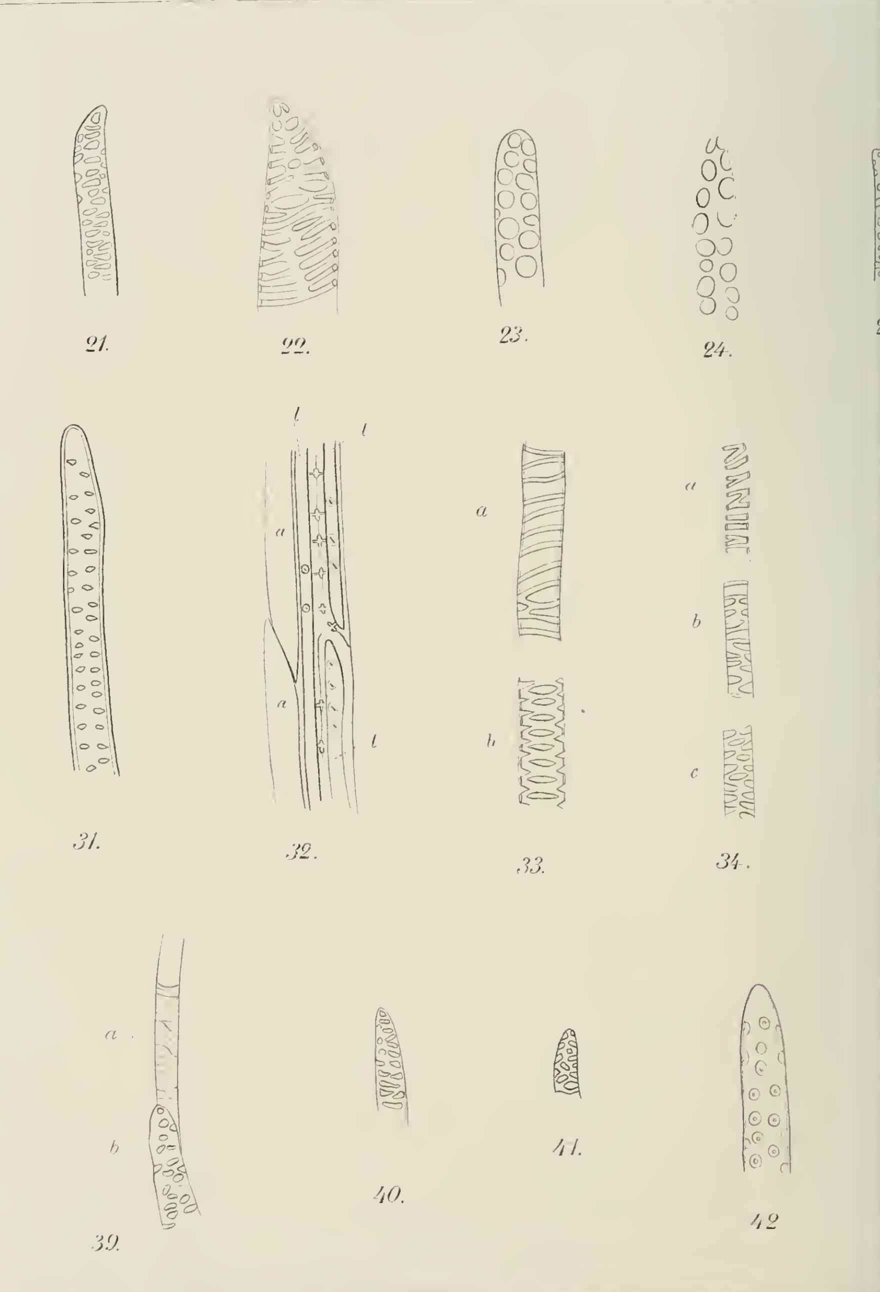


12. 13. 17. 18.

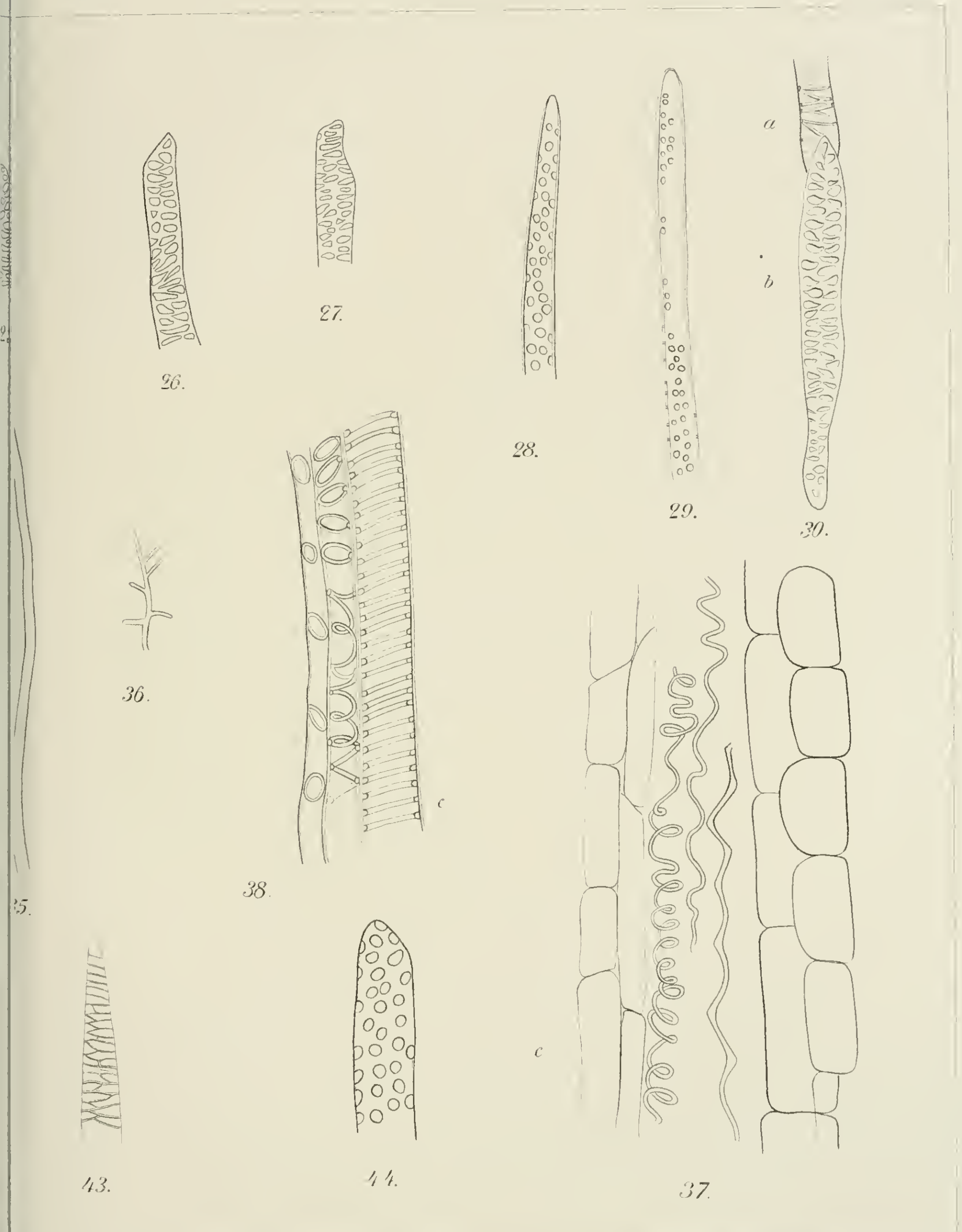

l
l
l
l
4.
15.
16.
19.
20.






21.
22.
23.
24.
31.
32.
33.
34.
39.
40.
41.
42
a
b
c
t

Taf. 4



v Fischer



Über den Gefäßbündelverlauf in den Blumenblättern der *Iridaceen.*

Von

Ludwig Singhof
aus Bensheim a. d. B.

Mit 25 Abbildungen im Text und Tafel 5.

Während über den Gefäßbündelverlauf in Wurzel, Stamm, Blättern, Androeceum und Gynaeceum bei den meisten Pflanzen sehr eingehende Untersuchungen angestellt wurden, ist der Verlauf der Nerven in den Blumenblättern verhältnismäßig wenig bekannt.

Simonsohn (Inaugural-Dissertation. Heidelberg 1901), der die Literatur hierüber zusammengestellt hat, bearbeitete 1900 bis 1901 die Nervatur in den Blumenblättern der *Liliaceen*, Fränkel (Inaugural-Dissertation. Heidelberg 1903, Beiheft Bot. Centr.-Bl. 1903). 1901—02 diejenige der *Amaryllidaceen.*

Im Anschluß hieran stellte mir Herr Geheimer Hofrat Professor Dr. Pfitzer die Aufgabe, den Verlauf der Gefäßbündel in den Blüten der *Iridaceen* eingehend zu untersuchen.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Hofrat Professor Dr. Pfitzer, für seinen gütigen Beistand und sein liebenswürdiges Entgegenkommen, sowie für das große Interesse, das er für meine Arbeit zeigte, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Ich benutzte für meine Betrachtungen z. T. frische Blüten aus dem botan. Garten zu Heidelberg, z. T. Herbarmaterial. Soweit erstere zur Verfügung standen, brachte ich dieselben einen bis zwei Tage in 70—90 % Alkohol, bis sie durchsichtig geworden waren. Bei durchfallendem Lichte waren dann alle Nerven deutlich zu erkennen. Das Herbarmaterial weichte ich entweder in einer Mischung von verdünntem Alkohol und Ammoniakflüssigkeit auf, oder ich behandelte es, wenn es sehr undurchsichtig war, um es aufzuhellen, mit Eau de Javelle.

Auf diese Weise untersuchte ich 26 Gattungen mit 206 Arten.

Den Gefäßbündelverlauf der gesamten Blüte verfolgte ich bei

Iris chamaeiris Bert.
„ *japonica* Thunb.
„ *sambucina* Bbst.

Iris versicolor L.
Gladiolus pilosus Dekl.
Libertia formosa Grah.

und fand folgendes:

Aus dem Stiel treten in den Fruchtknoten zahlreiche Gefäßbündel ein, die zuerst unregelmäßig in einem Ring angeordnet sind und dann sechs Gruppen bilden. Nachdem diese letzteren sich getrennt haben, biegen einige Bündel aus denjenigen Gruppen, welche den äußeren Perigonblättern entsprechen, nach der Mitte ein. Unmittelbar über diesen Einbiegungen beginnen die Höhlungen des Fruchtknotens (Tafel V, Fig. 24, 25, 26).

Die Gefäßbündel jeder der eben erwähnten sechs Gruppen vereinigen sich dicht unterhalb der Fruchtknotenfächer (*Iris chamaeiris*, *japonica*, *versicolor*, *Libertia formosa*, *Gladiolus pilosus)*, oder etwas höher *(Iris sambucina)* zu je einem Strang, während die Einbiegungen sich als drei in den Scheidewänden verlaufende Bündel fortsetzen (Fig. 22).

Von den durch Vereinigung entstandenen sechs Strängen liegen drei vor den Fruchtknotenfächern und drei vor den Scheidewänden (Fig. 20). Die ersteren gabeln sich bald in der tangentialen *(Iris chamaeiris)*, bald in einer schiefen Ebene (Fig. 19). *(Gladiolus pilosus*, *Iris sambucina*, *versicolor*, *Libertia formosa)*. Der eine der beiden Gabelzweige, bei schiefer Teilung der innere, geht später in einen Narbenlappen. Der andere Gabelast gibt sehr bald wieder auf die gleiche Weise einen Strang ab (Fig. 16), der zwischen jenem und dem Narbenbündel verläuft und später einem Staubblatt angehört, während der am meisten nach außen gelegene Gabelzweig zur Mittelrippe eines äußeren Perigonblattes wird.

Die später in die Staubblätter und in die Narbe eintretenden Stränge sind meistens, solange sie längs der Fruchtknotenfächer parallel verlaufen, tangential geteilt (Fig. 14—19). Direkt oberhalb der Fächer werden diese Stränge wieder einfach, und die Narbenbündel biegen in die Mitte des Fruchtknotens ein (Fig. 10 u. 11). Sie vereinigen sich mit den in den Scheidewänden verlaufenden Strängen, von denen, soweit sie zwischen den Fruchtknotenfächern sich befinden, Abzweigungen nach den Samenanlagen und zahlreiche Anastomosen nach den Narbenbündeln gehen (Fig. 27. Längsschnitt).

Die drei vor den Scheidewänden liegenden Bündel geben die Mittelrippen der inneren Perigonblätter. Aus diesen Strängen zweigt rechts und links annähernd in gleicher Höhe, meistens tief im Fruchtknoten (Fig. 15), manchmal auch höher (*Iris*, *Marica*, *Tigridia)*, manchmal sogar erst in der Perigonröhre *(Belamcanda*, *Hesperantha pilosa)* je ein Nerv ab, der sich nach kürzerem oder längerem Verlauf tangential gabelt. Die Gabelzweige geben dann die Seitennerven eines inneren und eines äußeren Perigonblattes. (Fig. 7 u. 8).

Nach Art der Verzweigung der Seitennerven können folgende Gruppen gebildet werden:

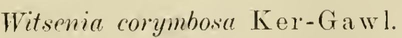
I. Ein Hauptnerv und zwei einfache Seitennerven.
II. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven, an denen in wechselnden Abständen einfache oder verzweigte Nebennerven entspringen.
 1. Wenige kurze Nebennerven.
 2. Wenige lange Nebennerven.
 3. Viele z. T. verzweigte Nebennerven.
III. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven. Alle mit zahlreichen z. T. anastomosierenden Verzweigungen.
 1. Seitennerv so lang oder fast so lang wie der Hauptnerv.
 2. Seitennerven bedeutend kürzer als der reichverzweigte Hauptnerv.
IV. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven, die am Grunde je einen ihnen fast gleich starken Nebennerven abgeben.
 1. Nerven nicht oder nur ganz schwach verzweigt.
 2. Haupt- und Seitennerven mit zahlreichen z. T. anastomosierenden Verzweigungen.
V. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven, die am Grunde je zwei ihnen fast gleich starke Nebennerven abgeben.
 1. Alle Nerven unverzweigt oder nur schwach gegabelt.
 2. Alle Nerven mit vielen z. T. anastomosierenden Verzweigungen.
VI. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven, die am Grunde mehr als zwei ihnen gleich starke Nebennerven abgeben.
 1. Nerven nicht oder nur wenig verzweigt.
 2. Nerven reich verzweigt.

Beschreibung der untersuchten Gattungen und Arten.

I. Ein Hauptnerv und zwei einfache Seitennerven.

Sisyrinchium Lechleri Steud. ex Klatt.
" *mucronatum* Mchx.

Die inneren, etwa einen cm langen, am Grunde schmäleren Perigonblätter verbreitern sich in einem Drittel ihrer Länge und besitzen oben eine kurze Spitze, in der in der Nähe des Randes der Hauptnerv endet. Zwei etwas kürzere Seitennerven verlaufen, dem Rande genähert, dem Hauptnerven fast parallel und neigen sich mit ihrer Spitze demselben etwas zu.



Witsenia corymbosa Ker-Gawl.

Fig. 1. *Sisyrinchium*

Die Perigonblätter (1 cm) besitzen oblonge Form. Dem fast die Spitze derselben erreichenden Mittelnerv sind die beiden Seitennerven nahezu parallel und verlaufen dem Blattrande näher als dem Mittelnerv. Den ersteren

erreichen sie in spitzem Winkel, ziehen sich noch ein Stückchen am Rande hin und enden dann frei etwa 1 mm vom Mittelnerv.

II. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven, an denen in wechselnden Abständen einfache oder verzweigte Nebennerven entspringen.

1. Wenige kurze Nebennerven.

Antholyza lucida L. fil.



Fig. 2. *Antholyza.*

Die Blumenkrone von *Antholyza* ist am Grunde röhrenförmig und besitzt sechs an Form und Größe etwas verschiedene freie Abschnitte. Oben steht ein schwach helmförmiges, unten ein flaches unpaares Blatt, dazwischen sind zwei annähernd gleich große Blattpaare eingefügt. Die Form ist ungefähr elliptisch mit stumpfer Spitze. In dieser endet dicht am Rande der Hauptnerv, neben dem zwei etwas kürzere parallele Seitennerven verlaufen. Von den letzteren zweigen nach dem Rande zu zwei bis drei kurze Nebennerven in spitzen Winkeln ab und enden frei in der Nähe des Randes ohne Verzweigung.

Anomatheca cruenta Ker-Gawl.

hat ähnliche Nervatur.

Diasia graminifolia DC.
„ *iridifolia* DC.

Die Perigonblätter haben Lanzettform mit langer Spitze, in der der Hauptnerv endet. Die beiden Seitennerven laufen dem letzterem parallel bis dahin, wo das Blatt in seine Spitze übergeht, und hören hart am Blattrande auf. An ihnen befinden sich ungefähr vier Nebennerven, von denen die untersten etwas länger sind als die obersten und sich fast bis über die Mitte des Blattes hinaufziehen. Der eine oder andere Nerv kann auch noch verzweigt sein.

Micranthus albucoides Eckl.,
„ *fistulosus* Eckl.,
„ *plantagineus* Eckl.

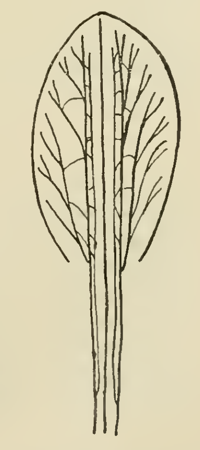
haben Perigonblättchen, die ungefähr doppelt so lang als breit sind, mit kurzer stumpfer Spitze. Der Hauptnerv bildet nahe seinem Ende zwei bis vier kleinere oder größere Seitenäste. Die beiden fast parallelen Seitennerven machen mitunter einen ganz schwachen, nach dem Rande konvexen Bogen. An ihrer Spitze gabeln sie sich und wenden sich mit diesen Gabeln schwach gegen den Rand hin. Von den Seitennerven gehen drei bis fünf kurze einfache oder verzweigte Ästchen in ungefähr gleichen Abständen in spitzen Winkeln nach dem Rande zu ab.

Von der Gattung *Orieda* gehören folgende in der Nervatur übereinstimmende Arten hierher:

Ovieda corymbosa Spreng.
„ *fissifolia* Spreng.
„ *micrantha* E. Mey.
denen sich *Lapeyrousia azurea* Eckl.
anschließt. Es ist hier überall ein Mittelnerv vorhanden, der in ganz kurzer Entfernung vom oberen Blattrande ungeteilt endet. Die beiden Seitennerven laufen ihm nicht immer parallel. Sie wenden sich beispielsweise bei *Ovieda micrantha* in ihrem unteren Teile vom Hauptnerven ab, um dann erst kurz unter der Mitte in schwachem Bogen die Richtung desselben einzuschlagen. Bei *O. fissifolia* machen die Seitennerven einen nach außen konvexen Bogen und enden nicht viel tiefer als der Hauptnerv. An ihnen, die selten mit einer Gabel enden, befinden sich zwei bis drei teils ganz kurze, teils längere Nebennerven, die selten geteilt sind und unter sich nahezu parallel, bald gerade, bald nach innen schwach konkav gebogen, dem Rande zu verlaufen. Zu bemerken ist noch, daß bei *Lapeyrousia azurea* Eckl. Mittel- und Seitennerven durch je eine kurze Anastomose verbunden sind.

Freesia odorata Eckl.
besitzt an den gegabelten, unten dem Hauptnerven parallelen, oben nach außen schwach konvexen Seitennerven je vier verzweigte oder unverzweigte, unten längere und oben kürzere Nebenäste. Diese streben teils in spitzen Winkeln dem Rande zu, teils biegen sie sich an ihrem Grunde nach oben und schlagen dem Seitennerven parallele Richtung ein. In der Kronröhre befinden sich zwischen Haupt- und Seitennerven ziemlich lange, verzweigte Anastomosen.

Freesia refracta alba Klatt.
besitzt an den beiden Seitennerven an den dem Mittelnerven zugewendeten Seiten in der Kronröhre je eine lange Verzweigung, die nicht viel tiefer wie die Seitennerven frei endet und mit den letzteren durch zahlreiche fast wagerechte Anastomosen verbunden ist.


Fig. 3.
Freesia refracta alb.

Watsonia punctata Ker.
„ *spicata* Eckl.

Die zwei bis drei kurzen z. T. verzweigten Nebennerven der geraden Seitennerven haben unter spitzen Winkeln fast die gleiche Richtung nach außen. Sie sind an der Spitze teils nach außen, teils nach innen schwach gebogen.

Hermodactylus tuberosus Salisb.
Iris pseudacorus L.

Die inneren Perigonblätter sind klein und schmal und tragen an den Seitennerven zwei oder drei kurze, in spitzen Winkeln nach dem Rande zugehende, meistens einfache Nebennerven.

2. Wenige lange Nebennerven.

Hesperantha falcata Ker-Gawl.

In jedem der elliptischen am Grunde zu einer kurzen Röhre verwachsenen Perigonblätter haben die gegabelten Seitennerven ungefähr denselben Verlauf wie die in der kurzen Spitze der Blumenblätter endende Mittelrippe. Von den vier bis fünf in spitzen Winkeln steil dem Rande zugehenden, gegabelten Nebennerven sind die mittleren etwas länger wie die oberen und unteren.

Hesperantha setacea Eckl.

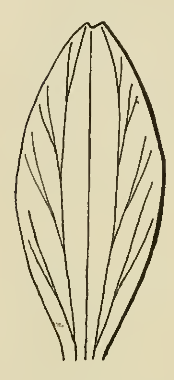


Fig. 4. *Hesperantha.*

Die ebenfalls elliptischen Perigonblätter besitzen an ihrer Spitze eine kleine Einbuchtung, unter welcher der Hauptnerv aufhört. Die beiden nach dem Rande zu konvexen Seitennerven ziehen sich bis in die durch die Einbuchtung entstandenen Spitzen und berühren mit ihren Enden nahezu den Rand. Die drei bis vier vorhandenen Nebennerven sind denen von *H. falcata* ähnlich.

Libertia formosa R. Grah.

zeigt in der Zahl seiner Nebennerven im inneren und äußeren Blumenblattkreise merkliche Verschiedenheit. Bei den äußeren Perigonblättern endet der Hauptnerv dicht unter der eingebuchteten Spitze, ferner fanden sich an den gegabelten oder ungegabelten Seitennerven nur ein bis zwei bald verzweigte bald unverzweigte Nebennerven. Bei den inneren an der Spitze ausgerandeten Blumenblättern endet der Hauptnerv tiefer, und es sind drei bis vier mitunter doppeltgegabelte Nebennerven vorhanden.

Aristea cyanea Sol.

hat an den zum Mittelnerven parallelen Seitennerven, die sich mit einfacher oder verzweigter Spitze dem Rande zuwenden, je ungefähr zwei oder gegen sechs unter einem Winkel von cr. 30° abgehende einfache oder gegabelte Nebennerven, von denen im letzteren Falle die mittleren etwas länger sind als die oberen und unteren.

Diese Gattung kann als Übergang von dieser Gruppe zur folgenden aufgefaßt werden, da die Zahl der Nebennerven bei verschiedenen Arten schwankt, in einer Blüte aber konstant ist.

3. Viele z. T. verzweigte Nebennerven.

a) Verzweigung nur im freien Teile des Blattes.

α) Mittelnerv nicht oder nur wenig verzweigt.

Es sollen hier zunächst einige Arten erwähnt werden, die keine Anastomosen aufweisen.

Geissorrhiza lutea Eckl.

Es finden sich an den gegabelten Seitennerven fünf bis sechs an den Enden geteilte Nebenäste. Die oberen machen an ihrem Grunde eine Biegung nach der Spitze zu und schlagen zu den Seitennerven nahezu parallele Richtung ein. Die unteren dagegen bilden damit ziemlich spitze Winkel und wenden sich mit ihren Endgabeln seitlich dem Rande zu. Die Abstände dieser Nebennerven untereinander sind sehr verschieden: so entspringen z. B. an einem Nerven tief unten drei Seitenäste an einer Stelle und dicht darunter ein kürzerer vierter. Am anderen Seitennerv sind die Verzweigungen etwas regelmäßiger auf die ganze Länge desselben verteilt.

Hesperantha angusta Ker-Gawl.

hat schmale, nicht ganz dreimal so lange wie breite Perigonblätter, in denen Haupt- und Seitenrippen parallel bis zur Spitze verlaufen. Die an letzteren in ziemlich spitzen Winkeln entspringenden drei bis vier Nebennerven sind sehr lang und wenig oder gar nicht verzweigt.

Hesperantha imbricata E. Mey.

hat in den eiförmigen bis elliptischen Perigonblättern gerade Haupt- und Seitenrippen, an welch letzteren ungefähr vier, in spitzen Winkeln ausgehende, annähernd parallele, wenig verzweigte Nebennerven sich befinden.

Hesperantha pallida Eckl.

In ihren nahezu eiförmigen inneren Perigonblättern wenden sich die fünf bis sechs einfachen oder verzweigten Nebennerven, die von unten nach oben kürzer werden, ziemlich regelmäßig unter 45° fast gerade dem Blattrande zu. In den äußeren Perigonblättern ist die Mittelrippe etwas verzweigt.

Iris squalens L.

Die inneren gegen 2½ mal so langen wie breiten, elliptischen Perigonblätter haben an ihren, der ungeteilten Mittelrippe etwas an Länge nachstehenden, parallelen Seitennerven in mäßigen Abständen sieben bis acht, teils ungeteilte, teils einfach oder doppelt gegabelte, am Grunde kürzere Nebennerven, die in spitzen Winkeln nach dem Rande zu gehen und in einiger Entfernung von diesem frei enden.

Iris versicolor L.

In den verkehrt eiförmigen mit verschmälertem Grunde versehenen inneren Blumenblättern laufen die gegabelten Seitennerven dicht neben der ungeteilten Mittelrippe her und enden hart am Rande fast in gleicher Höhe wie diese. Von den ungefähr 10, parallel dem Rande zugehenden Nebennerven, die in der Mitte des Blattes am längsten sind, bleiben nur die zwei

oder drei obersten ungeteilt, während die übrigen außer ihrer Endgabel mitunter noch kleine sekundäre Äste besitzen.

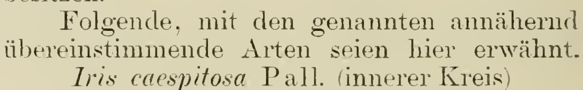


Fig. 5.
Ir. versicolor inn.

Folgende, mit den genannten annähernd übereinstimmende Arten seien hier erwähnt.

Iris caespitosa Pall. (innerer Kreis)
„ *caucasica* Hoffm. „ „
„ *dichotoma* Pall. „ „
„ *fimbriata* Vent. Jard. „ „
„ *foetidissima* K. „ „
„ *graminea* L. „ „
„ *juncea* Desf. „ „
„ *reticulata* Biebst. „ „
„ *ruthenica* Ait. „ „
„ *scorpioides* Desf. „ „
„ *sibirica* L. „ „
„ *transsilvanica* Schr. „ „
„ *ventricosa* Pall. „ „

Bei den nun folgenden Arten sind Anastomosen in größerer oder kleinerer Zahl durchweg vorhanden.

Iris virginica L.

Auch hier verlaufen, wie bei *Iris versicolor*, in den elliptischen inneren Perigonblättern die Haupt- und Seitenrippen parallel bis zur Spitze. Von den sieben bis neun Nebennerven sind die obersten kurz und unverzweigt, die mittelsten am längsten und einfach oder doppelt gegabelt, die unteren außer der Endgabel mit kleinen sekundären Ästchen versehen. Im unteren Drittel sind Haupt- und Seitenrippen durch ungefähr drei kurze, wagerechte Anastomosen verbunden.

Iris spuria L.

hat schmale, dreimal so lange wie breite innere Perigonblätter, die an ihrer Spitze ausgebuchtet sind. An den zur Hauptrippe parallelen Seitenrippen entspringen in annähernd gleichen Winkeln von 40 ⁰ bis 50 ⁰ fünf bis acht gerade Nebennerven, von denen die oberen wenig verzweigt sind, die unteren dagegen viele gerade, ungeteilte Nebenäste besitzen, die fast in gleicher Richtung dem Rande zugehen. Kleine Anastomosen sind zwischen Haupt-, Seiten- und Nebennerven zahlreich vorhanden.

Iris Swertii Lam.

Die inneren mit stark verschmälertem Grunde verkehrt eiförmigen Perigonblätter haben gleich lange, schwach gebogene Haupt- und Seitenrippen. Von den 9 bis 12 Nebennerven, die unter nach abwärts immer spitzerem Winkel abgehen, sind die oberen kurz und ungeteilt, die mittleren sehr lang, mit zahlreichen, fast wagerechten, sekundären Nebenästen, die untersten wieder kürzer mit etwa neun kurzen Seitenzweigen.

Iris variegata L.

Die inneren Perigonblätter dieser Art sind verkehrt eiförmig, oben rund und laufen gegen den Blattgrund hin ganz spitz zu. Die parallelen Seitennerven sind ebensolang oder etwas länger wie der gegabelte Hauptnerv und haben ungefähr 14 Nebennerven, die in der Mitte am längsten sind, nach oben wenig, nach unten rasch an Länge abnehmen. Die längsten Nebennerven sind über ihrer Mitte stark nach außen gebogen und tragen bis sechs z. T. selbst wieder verästelte Verzweigungen zweiter Ordnung, die oft beinahe wagerecht dem Rande zustreben. Viele kurze Anastomosen verbinden Haupt- und Seitennerven, ebenso finden sich auch solche zwischen den Seitennerven und den mittleren verzweigten Nebennerven.

Hier schließen sich folgende Arten an:

Iris arenaria L. (innerer Kreis)
" *biflora* L. " "
" *Bloudowii* Ledeb. " "
" *Chamaeiris* Bert. " "
" *furcata* MB. " "
" *lutescens* Lam. " "
" *plicata* Lam. " "
" *sambucina* L. " "
" *venusta* Schrad. " "
" *persica* L. " "
" *dichotoma* Pall. (äußerer Kreis)
" *juncea* Desf. " "

Fig. 6.
I. variegata.

Iris hungarica Waldst.

In den verkehrt eiförmigen, fast dreimal so langen wie breiten inneren Perigonblättern gehen von den geraden Seitennerven, die die gleiche Höhe wie die Mittelrippe erreichen, fünf oder sechs verzweigte Nebennerven ab, die fast den Blattrand berühren, außerdem, namentlich im oberen Teile, auch noch ungeteilte Nebennerven, die nur bis zur Mitte von Blattrand und Seitennerven sich erstrecken. Während die oberen Nebennerven unter annähernd gleichen spitzen Winkeln sich abzweigen, laufen die untersten bis über die Hälfte ihrer Länge mit den Seitennerven parallel und schlagen dann erst die gleiche Richtung wie die übrigen ein. An diesen letzteren Nebennerven befinden sich zahlreiche verzweigte und unverzweigte sekundäre Äste, die fast alle mit den oberen Nebennerven gleiche Richtung besitzen. Ziemlich tief im Blatte geht vom Hauptnerv jederseits eine Verzweigung ab, die parallel zu ihm verläuft und fast in gleicher Höhe frei endet.

Iris Kaempferi S. u. Z.

Die oberen, bis zu 1/3 fast halbkreisförmigen, mit kurzer Spitze versehenen inneren Perigonblätter laufen nach unten mit kaum merklich konkaven Rändern spitz zu. Die geraden Haupt- und Seitenrippen enden in gleicher Höhe ganz nahe am Blattrande. Die von den Seitenrippen ausgehenden 9—10 selten ungeteilten Nebennerven verhalten sich wie die in den inneren Perigonblättern von *Iris hungarica.*

Die äußeren Perigonblätter sind viel breiter, weniger nach dem Grunde zu verschmälert und unterhalb der Mitte eingeschnürt. Sie stimmen inbezug auf den Verlauf der 11 bis 13 Nebennerven ungefähr mit den inneren Perigonblättern überein.

Eine andere Varietät derselben Art zeigte eine große Verschiedenheit in der Form der Perigonblätter. Die inneren Blättchen sind schmal, verkehrt eiförmig mit ungefähr derselben Nervatur, wie sie eben beschrieben wurde. Die äußeren Blumenblätter sind in ihrem oberen Drittel fast kreisrund, im untersten Drittel viel schmäler und etwa elliptisch. Bei den ungefähr 13 Nebennerven, die in einem Winkel von 90° fast gerade dem Blattrande zugehen, wechselt immer ein stark ausgebildeter reich verzweigter mit einem schwachen, fast unverzweigten ab. Die untersten laufen bis über die Hälfte ihrer Länge mit den Seitennerven parallel, bis zu der Höhe des Blattes, in der der nächstfolgende Nebennerv abgeht, und wenden sich dann in einem Bogen dem Rande zu. Die meist kurzen Anastomosen sind hier äußerst zahlreich, nicht nur zwischen Haupt- und Seitenrippen. sondern auch zwischen sämtlichen Nebennerven.

Iris pallida Lam.

hat breite, verkehrt eiförmige innere Perigonblätter mit acht bis zehn ziemlich langen, reich verzweigten Nebennerven, die von oben nach unten an Länge zunehmen und inbezug auf ihren Verlauf denen in den äußeren Perigonblättern der erstgenannten Varietät von *Iris Kaempferi* S. u. Z. ungefähr gleichkommen.

Die äußeren Perigonblätter sind oben breit, werden in der Mitte schmäler und laufen am Grunde spitz zu. An den gegabelten, zur Mittelrippe parallelen Seitennerven, die mit der Mittelrippe gleiche Länge haben, entspringen sechs von oben nach unten stark an Länge zunehmende Nebennerven, von denen die oberen unter ungefähr gleichen Winkeln von 40° bis 50° dem Rande zugehen. Der unterste Nebennerv läuft fast bis zur Hälfte mit dem Seitennerven, aus dem er kommt, parallel, ist weiter aufwärts äußerst reich verzweigt und erreicht mit seinen inneren Ästchen den oberen Blattrand. Seine sekundären Äste verhalten sich ebenso, wie die an den Seitennerven stehenden primären Nebennerven, da die oberen unter den gleichen Winkeln dem Rande zustreben, der unterste bis zur

Hälfte mit ihnen parallel läuft und dann ebenfalls die Richtung der übrigen einschlägt. Von diesen sekundären Ästen gehen in gleicher Weise angeordnete tertiäre Verzweigungen aus, sodaß etwas über dem Blattgrunde eine kurze Strecke acht der Mittelrippe parallele Nerven vorhanden sind, die sich nacheinander dem Blattrande zuwenden. Anastomosen finden sich zwischen den Seitennerven und ihren primären und sekundären Verzweigungen in großer Zahl, selten dagegen zwischen Mittel- und Seitennerven.

Iris squalens L.

Im äußeren Perigonkreis sind die Blätter in ihrer Mitte am breitesten und laufen nach oben und unten spitz zu. Die sieben bis acht Nebennerven verhalten sich denen des inneren Kreises von *Iris pallida* Lam. ähnlich, sind jedoch nicht so lang und weniger verzweigt. Anastomosen sind überall vorhanden.

Iris variegata L.

verhält sich im Verlaufe ihrer Nerven in den oben abgestutzten verkehrt eiförmigen äußeren Perigonblättern ebenfalls wie die vorstehenden Arten.

Iris spuria L.

hat im äußeren Kreise oben fast kreisförmige Perigonblätter, die etwas unter der Mitte stark eingeschnürt, nach unten schmal elliptisch sind. Die 12 bis 13 Nebennerven verhalten sich inbezug auf ihren Verlauf ähnlich wie im äußeren Kreise von *Iris pallida*, nur verlaufen die oberen fast gerade unter einem Winkel von 50—60 ^{0} dem Rande zu, während die untersten im Vergleich zur genannten Art kürzer und weniger reich verzweigt sind. Anastomosen finden sich nur im oberen kreisförmigen Teile zwischen sämtlichen Nerven.

Iris versicolor L.

verhält sich in Form und Nervatur der äußeren Perigonblätter fast wie *Iris spuria*, nur verlaufen hier die Blattränder im unteren Teile parallel, die Mittelrippe ist gegen die Spitze hin verzweigt. und die Seitennerven erreichen nicht die Höhe derselben.

Iris virginica L.

besitzt ähnlich geformte äußere Perigonblätter, die jedoch nach der Spitze zu etwas schmäler werden. Der Verlauf der ungefähr neun Nebennerven ist ebenfalls fast derselbe. Anastomosen finden sich nur im unteren verschmälerten Teile.

In diese Gruppe gehören noch folgende *Iris*-Arten:

Iris arenaria L. (äußerer Kreis)
„ *biflora* L. „ „
„ *Bloudowii* Ldb. „ „
„ *bohemica* Schmidt (beide Kreise)
„ *stylosa* Desf. „ „

Iris Güldenstaedtiana Lepech. (beide Kreise)
" *caespitosa* Pall. (äußerer Kreis)
" *caucasica* Hoffm. " "
" *florentina* L. (innerer Kreis)
" *foetidissima* L. (äußerer Kreis)
" *furcata* L. " "
" *graminea* L. " "
" *japonica* Thbg. " "
" *lutescens* Lam. " "
" *persica* L. " "
" *plicata* Lam. " "
" *pseudacorus* L. " "
" *sambucina* L. " "
" *sibirica* L. " "
" *transsilvanica* Schm. " "
" *venusta* Schrad. " "
" *ventricosa* Pall. " "
" *ruthenica* Lam. " "
" *reticulata* Bieb. " "

Anastomosen finden sich bei den nachfolgenden Arten immer.

Babiana angustifolia Eckl.

Jedes der verkehrt eiförmigen, beinahe dreimal so langen wie breiten Perigonblätter hat dicht beieinanderliegend eine fast gerade Haupt- und zwei gegabelte Nebenrippen. An letzteren befinden sich zehn bis elf z. T. reich verzweigte, durch Anastomosen verbundene Nebennerven, von denen die oberen unter 45° gerade dem Rande zustreben, die unteren dagegen unter viel spitzerem Winkel abgehen und an ihrer Spitze nach dem Rande zu umbiegen.

Babiana sambucina Ker-Gawl.

Ihre Perigonblätter sind ebenfalls verkehrt eiförmig. Die äußeren besitzen eine etwa 1 mm lange Spitze, die wesentlich von dem ein Stückchen aus dem Blatte herausragenden Mittelnerven gebildet wird. Die parallelen Seitennerven haben nur vier bis fünf Verzweigungen, von sehr verschiedener Länge. Die meisten sind nämlich ziemlich kurz und nur an der Spitze gegabelt, einige dagegen von sehr beträchtlicher Länge und mit vielen Nebennerven zweiter Ordnung versehen.

Babiana villosa Ker-Gawl.
" *reflexa* Ker-Gawl.

besitzen an den äußeren Perigonblättern ebenfalls eine durch den heraustretenden Mittelnerv gebildete Spitze. Die vier bis fünf geteilten Nebennerven, die sich an den Seitenrippen befinden, nehmen nach oben und unten etwas an Länge ab, entspringen unter ziemlich spitzen Winkeln und neigen sich mit ihrer Spitze in kurzem Bogen dem Rande zu. Die wenigen

zwischen den Nerven vorhandenen Anastomosen sind nur sehr kurz.

Belamcanda punctata Moench.

Die Blätter des äußeren und inneren Kreises stimmen im großen und ganzen überein. Haupt- und Seitennerven sind parallel und enden in gleicher Höhe jeder mit einer Gabel dicht am Rande des oben abgerundeten Blattes. Die untersten der vier bis sechs Nebennerven bilden mit den Seitennerven sehr spitze, die übrigen einander parallen etwas stumpfere Winkel. Sie verlaufen mehr oder weniger gerade nach dem Blattrande zu. Zwischen ihnen und den sekundären Ästchen sehen wir eine Unmenge kleine Anastomosen sämtliche Nerven netzartig verbinden. Zwischen Haupt- und Seitennerven verlaufen zwei lange Anastomosen, von denen wieder kleinere wagerecht abgehen.

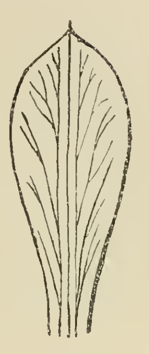


Fig. 7.
Bab. villos.

Freesia crispa Eckl.
Tritonia dubia Eckl.
„ *lineata* Ker-Gawl.

In den verkehrt eiförmigen Perigonblättern verlaufen die gegabelten Seitennerven mit der Mittelrippe bis zu $^2/_3$ ihrer Länge parallel und wenden sich dann in schwachem Bogen von dieser ab. Die fünf bis sechs in verschiedenen Abständen entspringenden Nebennerven sind meistens gebogen oder mehrfach gekrümmt, außerdem zum größten Teile verzweigt. Kurze Anastomosen befinden sich in geringer Anzahl zwischen den Nebennerven, seltener zwischen Mittel- und Seitenrippen.

Mitunter kommt auch eine Verzweigung der Mittelrippe vor.

Geissorrhiza albens E. Mey.

Hier laufen in den elliptischen Perigonblättern die Seitennerven nur bis zu $^2/_3$ ihrer Länge mit der gegabelten Mittelrippe parallel und machen dann einen nach außen konvexen Bogen. Sie enden einfach oder gegabelt nahe am Mittelnerv. Die selten ungegabelten Nebennerven sind stark oder schwach gekrümmt und nehmen nach oben zu beträchtlich an Länge ab. Die reichlichen Anastomosen sind hier sowohl zwischen den Haupt- und Nebennerven als auch zwischen den Verzweigungen der letzteren kräftig entwickelt.

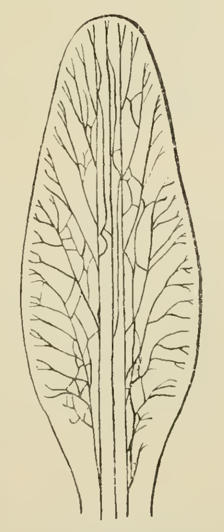


Fig. 8.
Belamcanda punctat.

Hesperantha pallida Eckl.

In den äußeren elliptischen Perigonblättern (die inneren siehe unter a) *α* weist oft die Zahl und der Verlauf der Nebennerven in den beiden Blatthälften große Verschiedenheit auf. So können z. B. an einem Seitennerven nur drei, aber reich verzweigte Nebenäste unter sehr spitzem Winkel ausgehen und sich hoch in das Blatt hineinziehen, auf der anderen Seite dagegen bis neun Nerven unter 45° sich abzweigen und entweder gar nicht oder nur gegen das Ende zu wenig verzweigt sein. Die Anastomosen zwischen der manchmal verzweigten Mittelrippe und den Seitennerven sind teilweise sehr lang und geteilt. Auch gehen von den Seitennerven einige Verzweigungen aus, die mit den Nebennerven anastomosieren.

Ixia crocata L.

hat in den verkehrt eiförmigen Perigonblättern schwach wellige, gegabelte Nebennerven, die der Mittelrippe bis zur Spitze des Blattes parallel laufen. Von den sieben bis neun Seitenästen derselben sind die vier oder fünf oberen ganz kurz und ungeteilt, die unteren dagegen lang und reich verzweigt. Größtenteils wenden sie sich unter 45° gerade oder schwach gebogen nach außen; nur ausnahmsweise bilden sie mit den Seitennerven einen rechten Winkel, biegen sich aber sofort senkrecht nach oben und dann wieder in schwachem Bogen dem Rande zu. Die Nebennerven zweiter Ordnung streben alle nach außen mit einem schwachen, nach innen konvexen Bogen. Es sind nur sehr wenige und schwache Anastomosen vorhanden.

Ixia flavescens Eckl.

hat in den äußeren Perigonblättern eine unverzweigte, in den inneren eine mitunter verzweigte Mittelrippe, zu der die Seitennerven, die sich mit ihren Endgabeln schwach nach außen neigen, annähernd parallel verlaufen. Aus diesen Seitennerven entspringen vier bis fünf längere, verzweigte, meist gebogene Nebenäste, zwischen denen sich kürzere, unverzweigte, teils frei endende, teils mit den längeren anastomosierenden Nebennerven befinden. Auch zwischen Mittel- und Seitenrippen verlaufen einfache, kurze Anastomosen.

Ixia pallidcrosea Eckl.

Die Seitennerven in den verkehrt eiförmigen Blumenblättern sind fast gerade. Von den sechs bis neun Nebennerven, die hier ebenfalls von unten nach oben bedeutend an Länge abnehmen, sind nur die zwei untersten wenig verzweigt. Ihre Abstände sind zwar etwas verschieden, aber die Richtung in spitzem Winkel nach außen ist mit wenigen Ausnahmen die gleiche. Nur zwischen Haupt- und Seitennerven befinden sich gegen acht oder zehn kurze Anastomosen. Die normal einfache Mittelrippe ist ausnahmsweise auch wohl geteilt.

Moraea ciliata Ker.-Gawl.

Der Mittelnerv in den Perigonblättern ist meistens unverzweigt, manchmal auch wohl schwach gegabelt. An den parallelen Seitennerven befinden sich fünf bis sieben unverzweigte Nebenäste, die oben einfach und kurz, in der Mitte dagegen lang und sehr reich verzweigt sind. Anastomosen sind spärlich, vorwiegend zwischen Haupt- und Seitennerven.

Sparaxis bicolor Ker.-Gawl.

In dem inneren Perigonkreis ist die Mittelrippe unverzweigt, dagegen manchmal im äußeren. Die Seitennerven haben nur wenige (zwei bis drei) Nebenäste, die aber viele kleinere Nebennerven zweiter Ordnung besitzen. Die wenigen vorhandenen kurzen Anastomosen verbinden Haupt- und Seitenrippen und die letzteren mit ihren Verzweigungen.

Sparaxis grandiflora Ker.-Gawl.
„ *violacea* Eckl.
„ *luteo-violacea* Eckl.
„ *tricolor* Ker.

Im inneren Perigonkreise gehen von den gegabelten Seitennerven sieben bis zehn sehr reich verzweigte Nebenäste ab, zwischen denen sich viele Anastomosen und mitunter einzelne freie Ästchen befinden. Während die Nebennerven meist gegen die Spitze des Blattes zu gerichtet sind, wenden sich ihre Verzweigungen seitlich nach dem Rande hin. — Der äußere Perigonkreis verhält sich ebenso, nur ist die Mittelrippe verzweigt.

Watsonia Meriana Mill.
„ *pellucida* Eckl.

In den elliptischen, ungefähr doppelt so langen wie breiten Perigonblättern, die am Grunde zu einer langen Röhre verwachsen sind, befinden sich an den parallelen Seitenrippen sechs bis acht mehr oder weniger verzweigte Nebennerven, die sich teils gerade, teils einfach oder mehrfach gebogen dem Rande zuwenden. *W. Meriana* hat an der Mittelrippe zahlreiche sehr lange, *W. pellucida* nur äußerst wenig Anastomosen, die bisweilen ebenfalls schwache Seitenzweige tragen.

Xiphium vulgare Mill.

Die äußeren Perigonblätter sind in ihrem oberen Drittel kreisförmig, in den zwei unteren Dritteln schmäler und elliptisch mit spitz zulaufendem Grunde. Die gerade Mittelrippe besitzt an ihrer Spitze zwei oder drei kleine Seitenäste; an den mit der Mittelrippe parallelen Seitennerven befinden sich sechs bis acht von oben nach unten länger werdende, größtenteils verzweigte Nebennerven, von denen die unteren mit den Seitennerven ein Stück parallel laufen und sich dann gleich den oberen in einem Bogen dem Rande zuwenden.

In den inneren elliptischen bis verkehrt eiförmigen Perigonblättern trägt die Mittelrippe etwas längere Verzweigungen, und die vier bis sechs Nebennerven der Seitennerven sind fast gerade nach dem Blattrande zu gerichtet. Anastomosen sind in den inneren Perigonblättern selten, zahlreicher dagegen in den äußeren.

Da die Mittelrippe meistens verzweigt ist, in den äußeren Perigonblättern schwach, in den inneren stärker, kann *X. vulgare* als Übergang von dieser zur nächstfolgenden Gruppe aufgefaßt werden.

β. Mittelnerv stärker verzweigt.

Babiana coerulescens Eckl.

In jedem der elliptischen, dreimal so langen wie breiten Perigonblättern läuft die Mittelrippe in eine Spitze über den Blattrand hinaus aus. Die gegabelten parallelen Seitennerven ziehen sich beinahe bis zu letzterer. Von den vier oder fünf von ihnen in spitzen Winkeln ausgehenden, entweder verzweigten oder unverzweigten Nebenästen sind die mittleren die längsten. Vier bis sechs kurze Anastomosen verbinden Haupt- und Seitennerven.

Babiana disticha Ker-Gawl.

Die elliptischen bis lanzettlichen, oben zugespitzten Perigonblättchen besitzen eine mehrfach verzweigte Mittelrippe und dieser parallele Seitennerven, welche in ziemlich regelmäßigen Abständen vier bis fünf Verzweigungen haben. Diese verlaufen in spitzen Winkeln gerade oder ganz schwach gebogen nach dem Rande zu und gabeln sich fast alle. Haupt- und Seitennerven, sowie einige kurze Verzweigungen der letzteren sind durch wenige Anastomosen miteinander verbunden.

Babiana plicata Ker-Gawl.
„ *sambucina* „
„ *sulphurea* „

haben in ihren Perigonblättern mit ihren Endgabeln nach dem Rande zu umgebogene Seitennerven, die bedeutend kürzer sind, als der schon wenig über seiner Mitte sich verzweigende Hauptnerv, und entsenden unter teilweise sehr spitzen Winkeln drei bis fünf reich verzweigte Nebenäste, die sich mit ihren gegabelten Spitzen dem Rande zuwenden. Anastomosen finden sich hauptsächlich zwischen Haupt- und Seitenrippen, einige wenige auch am Grunde von deren Verzweigungen.

Babiana stricta Ker-Gawl.

zeigt in den elliptischen Perigonblättern eine hart am Blattrande endende Mittelrippe, die etwas über ihrer Mitte einen schwachen Seitenast abgibt, der sich ebenfalls bis zur Spitze hinaufzieht. An den gegabelten kürzeren Seitennerven entspringen in ver-

schiedenen Winkeln und Abständen ungefähr vier Nebenäste, von denen die unteren lang und reich verzweigt sind. Anastomosen sind nur in beschränkter Anzahl zwischen den Seitennerven und deren Verzweigungen vorhanden.

Gladiolus byzantinus Mill.

Die Perigonblättchen sind einander fast gleich und mehr oder weniger eiförmig. Auch die Nervatur stimmt in allen Blättchen annähernd überein. — Die Mittelrippe ist fast gerade und hat im oberen Viertel oder Fünftel drei bis vier Verzweigungen, die entweder auf einer Seite sich befinden oder auf beide Seiten verteilt sind. Bis zu diesen Verzweigungen laufen die Seitennerven parallel und wenden sich dann mit ihren gegabelten Enden in schwachem oder scharfem Bogen nach außen. Die sieben bis zwölf Nebennerven, die selten einfach sind, entspringen in annähernd gleichen Abständen und wenden sich unter einem Winkel von 80 bis 90 ° einander fast parallel dem Rande zu. Nur die untersten Nebennerven in jedem Blatt gehen meistens unter sehr spitzen Winkeln ab und biegen erst ungefähr in ihrer Mitte gegen den Rand zu um. Die Verzweigungen der Nebennerven beschränken sich zum größten Teile auf eine Endgabel, und nur selten, im unteren unpaaren Blatte häufiger, treten Nebennerven zweiter Ordnung auf, die oft mit den benachbarten Nebennerven anastomosieren. Die meistens ziemlich kurzen und fast durchweg einfachen Anastomosen verbinden Haupt- und Seitennerven.

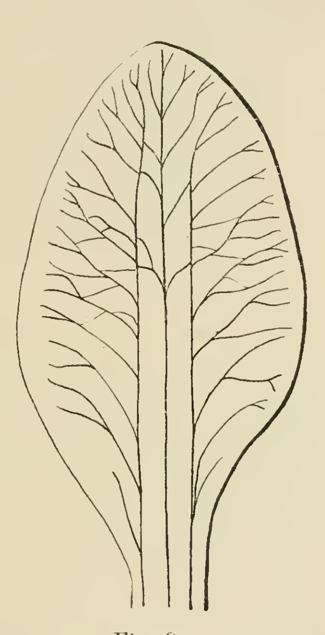


Fig. 9.
Oberes unpaares Bl.-Blatt von *Glad. byzantin.*

Folgende *Gladiolen* gleichen in ihrer Nervatur annähernd der eben beschriebenen Art:

Gladiolus alatus L.
„ *arenarius* Baker.
„ *bicolor* „
„ *permeabilis* Burm.
„ *pulchellus* Klatt.

Gladiolus Ludovicus Jan.

Im oberen unpaaren Blatte verlaufen Haupt- und Seitennerven fast gerade und enden in einiger Entfernung vom Blattrande, nachdem sie sich wiederholt gegabelt haben. Die vier oder fünf Nebennerven sind ziemlich stark zur Seite gewandt; ihre sekundären Verzweigungen verlaufen fast wagrecht nach

dem Rande zu. Ähnliche Richtung haben die vielen zwischen Haupt- und Seitenrippen und zwischen diesen und den Nebennerven befindliche Anastomosen. Die oberen paarigen und das untere unpaare Blatt verhalten sich fast ebenso. Im unteren Blattpaare sind Haupt- und Seitenrippen mehrfach gebogen, und die von letzterem ausgehenden Nebennerven haben steilere Richtung. Ebenso verhalten sich auch die vielen Anastomosen und Nebennerven zweiter Ordnung.

Hier schließen sich folgende Arten an:

Gladiolus blandus Ait.
„ *Boucheanus* Schl.
„ *brevifolius* Jacq.
„ *cardinalis* Curt.
„ *carneus* Jacq.
„ *communis L.*
„ *β corniculatus* Fr.
„ *dubius* Gussone
„ *elongatus* Thunb.
„ *floribundus* Jacq.
„ *grandis* Thbg.

Gladiolus imbricatus L.
„ *italicus* Gaud.
„ *junonius* Thbg.
„ *palustris* Gand.
„ *pendulus* Mundt.
„ *plicatus* L.
„ *pratensis* Dietr.
„ *ringens* Red.
„ *segetum* Gawl.
„ *setifolius* Eckl.
„ *tenuis* M. B.
„ *trimaculatus* Eckl.

Gladiolus triphyllus Sibth. u. Sm.

Auch hier sind die Perigonblätter annähernd gleich, nur die Blättchen des unteren Paares verschmälern sich kurz unter ihrer Mitte stark mit nach innen konvexen Bogen. Die Mittelnerven sind meistens nur schwach gegabelt und nur wenig länger als die beiden ebenfalls gegabelten, parallelen Seitennerven, aus denen fünf bis zehn oben kurze, unten längere Nebenäste unter spitzem Winkel hervorgehen und meistens in schwachem Bogen dem Rande zustreben. Außer ihren Endgabeln besitzen sie, namentlich die unteren, noch einige kürzere oder längere Verzweigungen. Anastomosen finden sich reichlich zwischen Haupt- und Seitennerven, außerdem auch, hauptsächlich im oberen Blattpaare, zwischen den aus den Seitennerven entspringenden Verzweigungen.

Ixia alboflavens Eckl.
„ *maculata* L.

besitzen in ihren Perigonblättern eine an der Spitze gegabelte Mittelrippe, die durch einige verschieden lange Anastomosen mit den ihr fast gleich langen Seitennerven verbunden ist. Die an den letzteren entspringenden vier bis neun Verzweigungen gehen in einem Winkel von ungefähr 20 bis 30° fast gerade oder an dem Ende gebogen dem Rande zu und sind gegen die Spitze des Blattes zu einfach und kurz, gegen den Blattgrund zu lang und reich verzweigt. Mit diesen Verzweigungen anastomosieren einige von den Seitennerven ausgehende kurze Äste.

Ixia erecta Berg.

hat Ähnlichkeit mit *I. alboflavens*, besitzt jedoch den Hauptnerven an Länge nachstehende und mit ihren gegabelten Enden von diesen abgewandte Seitennerven.

Ixia columellaris Ker-Gawl.

hat oblonge Perigonblätter, die ungefähr dreimal so lang wie breit sind. Der an der Spitze reich verzweigte Hauptnerv besitzt auf jeder Seite drei bis vier Seitenäste. Die parallelen Seitennerven enden mit nach außen gerichteten Gabeln und erreichen nicht die Länge des Hauptnerven. Dieser ist jederseits mit einer Anastomose mit dem Seitennerven verbunden. Die an den letzteren in spitzen Winkeln entspringenden Verzweigungen sind meistens ungeteilt oder nur an der Spitze gegabelt.

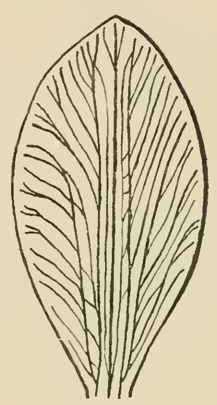
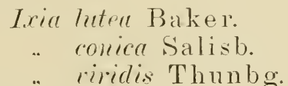


Fig. 10.
Ixia maculata.



Ixia lutea Baker.
„ *conica* Salisb.
„ *viridis* Thunbg.

Die Hauptrippe entsendet in ihrer oberen Hälfte bei *Ixia lutea* und *I. conica* wenige, bei *I. viridis* bis gegen sieben einfache oder gegabelte Verzweigungen rechts und links nach der Spitze des Blattes zu, während sie selbst ungeteilt hart am Blattrande endet. Die fast in ihrer ganzen Länge der Mittelrippe parallelen, an der Spitze gegabelten Seitennerven, haben gegen zehn nach dem Blattgrunde zu reich verzweigte Nebenäste, die mit ihren Endgabeln fast den Blattrand berühren. Häufig zwischen Haupt- und Seitennerven vorkommende Anastomosen sind meistens sehr lang.

Ixia vitellina Eckl.

Hier entspringt ein Seitenast an der an der Spitze gegabelten Mittelrippe schon bei ungefähr $^1/_3$ der Blattlänge und zieht sich fast bis zur Spitze des Blattes. Die Nebenäste der gleichfalls gegabelten Seitennerven sind auf den beiden Seiten von sehr verschiedener Länge. Einerseits sind sie fast gleich lang, die unteren gerade, die oberen gekrümmt, mit einigen kurzen sekundären Ästchen; andererseits entspringt am Grunde ein langer Nebennerv mit gegen sieben kurzen Seitenästen. Gegen das Ende desselben befinden sich noch ungefähr fünf kleine, z. T. gegabelte Verzweigungen. Anastomosen verbinden spärlich Haupt- und Seitennerven sowie die letzteren mit ihren Auszweigungen.

Sparaxis anemoniflora Ker-Gawl.

Die parallelen Haupt- und Seitenrippen liegen in den breiten verkehrt eiförmigen Perigonblättern dicht nebeneinander und

endigen annähernd in gleicher Höhe hart am Blattrande. An den Seitenrippen befinden sich sieben bis zehn längere Nebennerven, die mit ihren Gabeln beinahe den Blattrand berühren. Einige kürzere, zwischen den längeren entspringende, einfache oder gegabelte Verzweigungen der Seitennerven anastomosieren mit den ersteren. Die längeren Nebennerven haben viele sekundären Äste, welche, einfach oder gegabelt, größtenteils frei enden. Anastomosen sind zwischen Haupt- und Seitenrippen spärlich vorhanden.

Tritonia longiflora Ker-Gawl.

In den viermal so langen wie breiten, verkehrt eiförmigen, oben eingebuchteten, am Blattgrunde verschmälerten Perigonblättern befinden sich an den zum Hauptnerven parallelen, gegabelten Seitennerven sieben bis acht einander fast gleich lange Seitenäste, die wenig verzweigt sind und in annähernd gleicher Richtung und gleichen Abständen unter sehr spitzen Winkeln nach dem Rande zu gehen. Zwischen Haupt- und Seitennerven sind nur eine oder zwei lange Anastomosen vorhanden.

Watsonia humilis Pers. Syn.
„ *iridifolia* Eckl.

mit doppelt so langen wie breiten ovalen Perigonblättern zeigen an der Mittelrippe gegen vier Seitenästchen, die fast alle, wie der Hauptnerv selbst, ungeteilt enden. Die gegabelten Seitennerven wenden sich mit ihren Spitzen in schwachem Bogen dem Rande zu und entsenden nach außen fünf bis acht, oben kurze und am Grunde längere, größtenteils gegabelte Nebennerven mit ganz kleinen sekundären Ästen. Haupt- und Seitenrippen sind durch kurze Anastomosen miteinander verbunden.

Watsonia Ludwigii Eckl.

hat verkehrt eiförmige Perigonblättchen mit einer im unteren Drittel der Mittelrippe sich abtrennenden ihr parallelen Verzweigung. Von den vier bis sechs von den gegabelten Seitennerven ausgehenden Nebenästen weisen nur die beiden untersten eine reiche Verzweigung auf, während die übrigen mit wenigen Ausnahmen nur an der Spitze eine kleine Gabelung zeigen. Während die Winkel, unter welchen diese Verzweigungen entspringen, auf der einen Seite annähernd gleich sind, schwankt die Größe derselben auf der anderen Seite zwischen 20 bis 90°. Es finden sich hier nur einige ganz kurze Anastomosen.

Watsonia dubia Eckl.

In den langen, verkehrt eiförmigen, oben ausgebuchteten Perigonblättern sind die gegabelten parallelen Seitennerven ebenso lang, wie die an der Spitze mehrfach verzweigte Mittelrippe. Von den Seitennerven gehen gegen fünf bis sechs lange größtenteils gegabelte Nebenäste in spitzen Winkeln schräg aufwärts und wenden sich mit schwachem Bogen dem Rande zu.

Watsonia marginata Ker.-Gawl.

gleicht in seiner Nervatur sehr *Gladiolus triphyllus* Sibth. u. Sm.

b) Verzweigungen schon in der Röhre beginnend.

Antholyza praealta Red.

mit elliptischen bis eiförmigen, oben stumpfen Blumenblättchen, hat in diesen fast gleichlange gegabelte Haupt- und Seitennerven, an welchen fünf bis sieben größtenteils gegabelte Nebennerven entspringen, die von oben nach unten länger werden. Die untersten zweigen schon in der Kronröhre von den Seitennerven ab, laufen ein Stück mit denselben parallel und wenden sich dann in der Richtung der übrigen dem Rande zu.

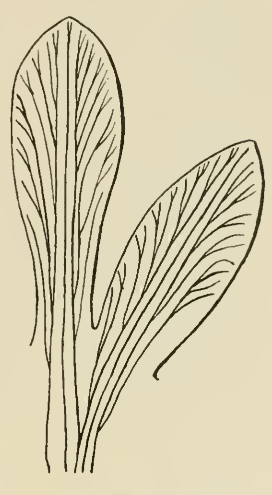


Fig. 11. *Antholyza praealta.*

Gladiolus Illyricus Koch.

Die fünf bis acht Nebennerven sind fast alle reich verzweigt und werden von unten nach oben kürzer. Sie sind mehr oder weniger gebogen, haben aber ungefähr übereinstimmende Richtung nach dem Rande zu. Zwischen ihnen und Haupt- und Seitennerven verlaufen zahlreiche Anastomosen.

Gladiolus pilosus Eckl.

Haupt- und Seitennerven sind fast gleich lang und ungefähr in ihrer ganzen Länge parallel. Von den Nebennerven sind die oberen ziemlich kurz, die unteren, namentlich die schon in der Kronröhre abzweigenden, sehr lang; sie anastomosieren z. T. und gabeln sich wiederholt. Mit den Seitennerven bilden sie ziemlich spitze Winkel und verlaufen annähernd gerade. Nur im oberen Blattpaare gehen die fast gleich langen Nebennerven bogig nach außen. Anastomosen verbinden unregelmäßig und reichlich sämtliche Nerven miteinander.

Ähnliche Nervatur besitzen folgende *Gladiolen:*

Gladiolus affinis Pers.
" *cuspidatus* Eckl.
" *flavus* Ait.
" *hirsutus* Jacq.
" *psittacinus* Hook.
" *punctatus* Thbg.
" *tenellus* Thbg.
" *tigrinus* Eckl.
" *tristis* L.

Watsonia aletroides Ker-Gawl.

Die drei bis fünf größtenteils gegabelten kurzen Nebennerven gehen unter spitzen Winkeln nach außen; einige wagerechte Anastomosen verbinden Haupt- und Seitennerven. Die in der Kronröhre an den Seitennerven entspringenden Verzweigungen treten entweder in dasselbe Blatt, dem der Nerv angehört, oder in das benachbarte ein.



Fig. 12.
Watsonia aletroides.

Watsonia longifolia Steud.

zeigt in den elliptischen, oben zugespitzten Perigonblättern an den geraden zur Hauptrippe parallelen Seitennerven ungefähr fünf Nebennerven, die fast in gleicher Richtung ziemlich steil dem Rande zugehen und, vielfach gegabelt, frei enden. Zahlreiche schräg auswärts gerichtete Anastomosen verbinden die unteren Teile der Nebennerven, einige kurze Haupt- und Seitenrippen.

Iris Swertii Lam.
„ *chamaeiris* Bert.
„ *hungarica* Waldst.
„ *sambucina* Bbst.

Die meistens sehr großen, verkehrt eiförmigen, bebärteten äußeren Perigonblätter besitzen eine ungeteilte Mittelrippe und nur gegen ihre Spitze zu mäßig verzweigte, parallele Seitennerven. Am Grunde der letzteren entspringt je ein Nebennerv, der etwas kürzer wie die Seitennerven, ist und sich ebenfalls nur gegen sein Ende zu wiederholt gabelt. Von den Seitennerven des inneren Kreises zweigt in der Kronröhre ein Nebennerv ab, der in die äußeren Perigonblätter eintritt. Er reicht dort, parallel den übrigen Nerven, bis in die Mitte des Blattes, wo er sich wie die anderen verzweigt. Er gibt am Grunde des Blattes einen ihm parallelen kurzen und verzweigten Seitenast ab, sodaß im unteren Teile der äußeren Perigonblätter acht der Mittelrippe parallele Nerven vorhanden sind, die von innen nach außen kürzer, an Verzweigungen dagegen reicher werden.

Die Nervatur des inneren Kreises vergleiche unter a) α.

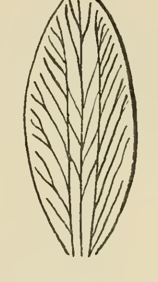
III. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven. Alle mit zahlreichen z. T. anastomosierenden Verzweigungen.

1. Seitennerven fast so lang wie der Mittelnerv.

Crocus minimus Dec.

Der Hauptnerv entsendet in seinem oberen Drittel ungefähr drei frei endende Seitenästchen. Die parallelen Seitennerven

des ziemlich spitz eiförmigen Blattes sind etwas kürzer wie die Mittelrippe. Von den ersteren gehen in ziemlich gleichen Abständen zehn bis zwölf einfache oder schwach gegabelte Verzweigungen, die unter der Mitte des Blattes am längsten sind, fast parallel dem Rande zu. Sechs mit den Nebennerven parallele Verzweigungen verbinden Mittel- und Seitennerven.

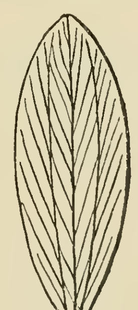

Fig. 13.
Croc. minim.

Crocus multifidus Ram.
„ *reticulatus* M. Bieb.
„ *sativus* All.
„ *speciosus* M. Bieb.
„ *Sprucei* L.
„ *variegatus* Hoppe & Hok.

zeigen ähnliche Nervatur. Die Mittelrippe, die gegen 14 mit den Seitennerven anastomosierende Verzweigungen besitzt, endet mit einer kleinen Gabel, deren Äste sich bei *Crocus Sprucei* wieder teilen. Die der Mittelrippe gleich langen Seitennerven sind nach außen schwach konvex und entsenden 16 bis 20 Nebennerven, die sich ähnlich wie bei *Crocus minimus* verhalten.

Sparaxis fragrans Ker-Gawl.

hat an der Mittelrippe einige frei endende Verzweigungen, während die übrigen, in gleichen Abständen stehenden, in die nach außen schwach konvexen Seitennerven münden. Von diesen gehen gegen zehn parallele, gleich den übrigen ungeteilte Nebennerven in gleichen Abständen dem Rande zu.


Fig. 14.
Spar. fragr.

Trichonema bulbocodium Reichb.
„ *purpurascens* Ker.
„ *Revelieri* Jord. Bred.
„ *tabularis* Eckl.

zeigen denselben Verlauf ihrer Nerven.

Trichonema Columnae Reichb.
„ *Requienii* Ker.

unterscheiden sich nur durch die geringe Zahl der Verzweigungen an Haupt- und Seitennerven.

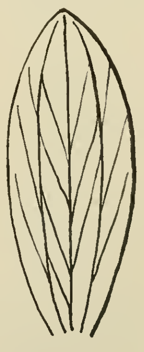
Trichonema filifolium Eckl.

verhält sich ähnlich, zeigt aber eine stärkere Gabelung der Mittelrippe, ungefähr wie *Crocus Sprucei*.

2. Seitennerven bedeutend kürzer als der reich verzweigte Mittelnerv.

Crocus autumnalis Mill.
„ *biflorus* Raf.

Von den von der Mittelrippe ausgehenden zahlreichen Verzweigungen enden die oberen frei, die


Fig. 15.
Trich. Colum.

unter der Mitte entspringenden anastomosieren mit den ungefähr in $^3/_4$ Höhe des Blattes endenden Seitennerven, welche unter gleichen Winkeln wie der Hauptnerv zahlreiche, teils einfache, teils wenig verzweigte Nebennerven nach dem Rande zu abgeben.

Crocus odorus Bivoni.

ist inbezug auf den Verlauf der Nerven der vorigen Art gleich, die Nebennerven sind hier aber alle ungeteilt oder nur an der Spitze schwach gegabelt. Die Seitennerven verlaufen nicht mit der Mittelrippe parallel, sondern biegen schon vom Grunde an schwach nach dem Blattrande zu.

Crocus officinalis Pers.

In den verkehrt eiförmigen Perigonblättern zeigen die von der Mittelrippe im oberen Teile ausgehenden frei endenden Verzweigungen unregelmäßigeren Verlauf als bei den bis jetzt beschriebenen Arten. Die Anastomosen zwischen Mittel- und Seitennerven und die von letzteren nach dem Rande zu verlaufenden Nebennerven sind einander wieder annähernd parallel und zum größten Teile unverzweigt.

IV. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven, die am Grunde nach außen je einen, den letzteren fast gleich starken Nebennerv abgeben.

1. Nerven nicht oder nur schwach geteilt.

Antholyza nervosa Thunb.

Die unverzweigte Mittelrippe endet in der stumpfen Spitze der verkehrt eiförmigen Perigonblätter. Die Seitennerven nähern sich an ihren Enden in spitzem Winkel dem Blattrande, laufen eine kurze Strecke mit letzterem parallel und enden in geringer Entfernung von der Mittelrippe. An ihrem Grunde geht, ihnen parallel, je ein Nebennerv ab, der etwas über die Mitte des Blattes reicht. Mitunter finden sich noch zwei kürzere Nebennerven am oberen Teile der Seitennerven.

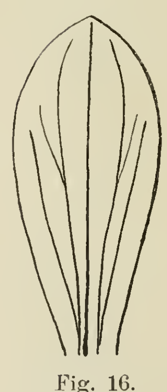


Fig. 16.
Antholyza.

Hesperantha pentandra Drège.

Im äußeren Kreise besitzen die dem Blattrande parallelen, nach außen stark konvexen Seitennerven an ihrem Grunde je einen ebenso gebogenen, bis zu $^2/_3$ der Blatthöhe sich hinaufziehenden Nebennerven; im inneren Kreise teilen sich die Nebennerven entweder am Grunde, oder es entspringen dicht nebeneinander zwei gleich starke Nebennerven, von denen der untere kürzer ist.

Orieda anceps Spreng.

Die Seitennerven verlaufen in den gegen 3 cm langen, verkehrt eiförmigen Abschnitten der unten zu einer langen Röhre verwachsenen Perigonblätter ungefähr bis zu 1/3 der freien Lappen mit der Mittelrippe parallel, wenden sich etwas nach außen, biegen an der Spitze wieder nach jener um und reichen fast ebenso hoch wie diese. Ihre Nebennerven haben denselben Verlauf, annäherud parallel dem Blattrande, und enden nur wenig tiefer als die Seitennerven.

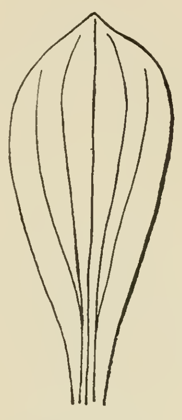


Fig. 17.
Orieda anceps.

Orieda bracteata Spreng.

In den gegen 1 cm langen freien Abschnitten der Perigonblätter sind Haupt- und Seitennerven fast gerade, die von letzteren ausgehenden Nebennerven laufen dicht am Blattrande diesem parallel bis über die Mitte des Blattes. Vereinzelt findet sich noch am oberen Teile der Seitennerven mitunter ein ganz kleines Seitenästchen.

Sisyrinchium convolutum L.

Im inneren Kreise sind die Seitennerven nach außen schwach konvex, ebenso die von diesen ausgehenden Nebennerven, die sich in spitzem Winkel dem Blattrande nähern. Die letzteren sind nur wenig kürzer als die fast die Länge der Mittelrippe erreichenden Seitennerven.

Sisyrinchium Lechleri Steud.
„ *mucronatum* Mchx.

In den am Grunde verschmälerten, oben mit einer kurzen Spitze versehenen äußeren Perigonblättern neigen sich die sonst zur Mittelrippe parallelen Seitennerven mit ihrer Spitze gegen diese und enden etwas tiefer. Die Nebennerven laufen dem Blattrande parallel und sind nur wenig kürzer als die Seitennerven.

2. Haupt- und Seitennerven mit vielen, z. T. anastomosierenden Verzweigungen.

Crocus biflorus Mill.

Haupt- und Seitennerven besitzen zahlreiche parallele, meistens unverzweigte, geschlängelte, in spitzen Winkeln ausgehende Verzweigungen. Die oberen enden frei, die unteren Verzweigungen der Hauptrippe anastomosieren mit den beiden an deren Grunde ausgehenden und zum Blattrande parallel verlaufenden Nebennerven. Das Bild ist ähnlich wie das von *Crocus autumnalis*, nur daß bei *Crocus biflorus* noch die beiden

genannten am Grunde der Seitennerven entspringenden Nebennerven hinzukommen, die selbst wieder frei endende Seitenäste tragen.

Crocus sativus L.

Die wenigen Verzweigungen der Mittelrippe enden meistens frei, ebenso die vielen der Seitennerven. Die beiden am Grunde der letzteren entspringenden Nebennerven verlaufen in nach innen schwach konvexem Bogen, reichen ungefähr bis zur Mitte des Blattes und besitzen gleichfalls zahlreiche frei endende Seitenäste.

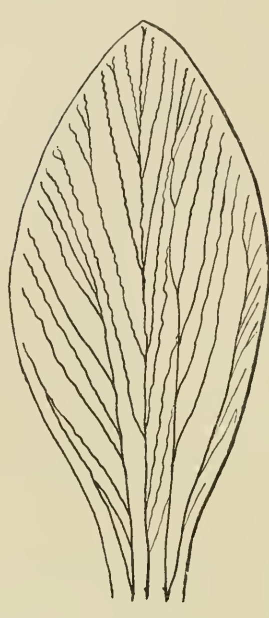


Fig. 18.
Crocus sativus L.

Crocus vernus L.
„ *luteus* L.

Die von der geraden oder mehrfach gebogenen Hauptrippe ausgehenden Verzweigungen anastomosieren alle mit den annähernd die Länge der Mittelrippe erreichenden Seitennerven, während die von letzteren ausgehenden Verzweigungen nur z. T. mit den an deren Grunde entspringenden Nebennerven in Verbindung stehen. Die letzteren können auf der einen Seite auch fehlen und auf der andern Seite sich am Grunde in zwei gleich starke Nerven teilen, die wiederum teils frei endende, teils mit ihnen anastomosierende Verzweigungen besitzen.

Crocus garganicus Bot. Mag.
„ *reticulatus* L.
Geissorrhiza sublutea Ker-Gawl.
„ *Zeyheri* Spreng.

Haupt- und Seitennerven sind parallel und fast gleich lang; die am Grunde der letzteren entspringenden Nebennerven reichen bis über die Hälfte der Perigonblätter hinaus. Von den von den Haupt- und Seitennerven ausgehenden, einander annähernd parallelen, einfachen Verzweigungen enden nur die im obersten Teile des Blattes sich befindenden, die von den beiden Nebennerven ausgehenden alle frei.

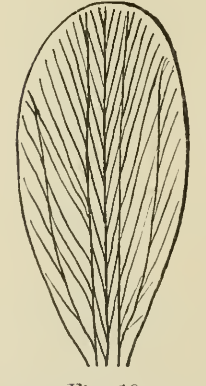


Fig. 19.
Geissorrhiza sublutea.

Romulea arenaria Eckl.
„ *chloroleuca* Ker.
Trichonema linare Godr.

Die nach außen schwach konvexen Seitennerven sind fast ebenso lang wie die an der Spitze gegabelte Mittelrippe und

nehmen alle von dieser ausgehenden, untereinander parallelen und einfachen Verzweigungen auf, während von den an den Seitennerven entspringenden Verzweigungen nur die unteren mit den beiden grundständigen, mit den Seitennerven parallel verlaufenden Seitennerven anastomosieren.

V. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven, die am Grunde nach außen je zwei den Seitennerven fast gleich starke Nebennerven abgeben.

1. Alle Nerven nicht oder nur schwach verzweigt.

Freesia costata Eckl.

In den verkehrt eiförmigen Perigonblättchen ist die Mittelrippe gerade, die Seitennerven und die an deren Grunde entspringenden Nebennerven parallel dem Blattrande nach außen schwach konvex. Alle Nerven enden fast in gleicher Höhe.



Fig. 20. *Freesia cost.*

Galaxia minuta Ker-Gawl.

verhält sich in der Nervatur der lanzettlichen Perigonblättchen ebenso, nur sind die äußeren Nebennerven bedeutend kürzer als die inneren, die nicht ganz die Länge der Seitennerven erreichen.

Geissorrhiza ramosa Ker.

Der Verlauf der Gefäßbündel ist nahezu derselbe, wie bei der vorigen Art. Die Nebennerven sind verhältnismäßig kürzer und ab und zu auch einmal gegabelt.

Gladiolus montanus L.

hat in allen Blättchen gleiche Nervatur. Seiten- und Nebennerven verlaufen entweder parallel dem Blattrande oder bis gegen die Mitte des Blattes dem Mittelnerv parallel und machen im oberen Teile einen nach außen schwach konvexen Bogen. Seiten- und Nebennerven können mit kleinen sekundären Ästen versehen sein.

Sisyrinchium convolutum L.

besitzt in den breiten, verkehrt eiförmigen äußeren Perigonblättchen eine gerade Mittelrippe und zwei etwas kürzere, nach dem Blattrande zu schwach konvexe Seitennerven. Von letzteren gehen in spitzen Winkeln zwei ebenso lange, mit der Spitze nach innen geneigte Nebennerven aus, von denen jeder an seinem Grunde einen etwas kürzeren aber fast gleich starken Seitenast abgibt.

Tritonia undulata Baker.

In den kurzen, ovalen Perigonblättchen wenden sich die Seitennerven von der geraden Mittelrippe ab, um sich ihr an

der Spitze in schwachem Bogen wieder zu nähern. An ihnen befinden sich entweder ein an seinem Grunde geteilter Nebennerv, oder in kleinem Abstande zwei Nebennerven, von denen der obere unverzweigt ist, der untere kürzere sich zuweilen auch an seinem Grunde teilen kann. Gegen die Spitze zu besitzen die Seitennerven manchmal noch einige ganz kurze Seitenäste.

2. Alle Nerven mit vielen z. T. anastomosierenden Nebennerven.

Crocus lineatus Jan.
„ *susianus* Curt.

Die nach außen schwach konvexen, die Länge der geraden Mittelrippe erreichenden Seitennerven besitzen am Grunde entweder einen geteilten oder zwei dicht nebeneinander stehende ungeteilte Nebennerven, die die Hälfte bis $^2/_3$ der Blattlänge erreichen. Von diesen Nerven gehen in spitzen Winkeln zahlreiche ungeteilte, parallele Verzweigungen aus, die zum größten Teile mit den Nebennerven anastomosieren.

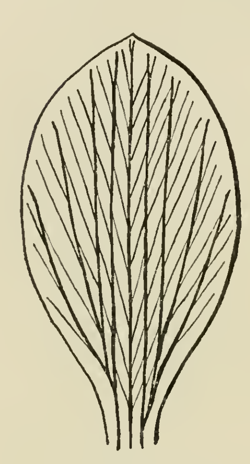


Fig. 21.
Crocus vernus L.

Crocus vernus L.

Ein lebendes Exemplar dieser Art zeigte gegenüber dem unter IV 2 beschriebenen Herbarmaterial folgende Nervatur. Am Grunde der geraden Seitennerven entspringt unter spitzem Winkel je ein ihnen parallel verlaufender und beinahe ebenso langer Nebennerv. Jeder trägt nahe seiner Basis je zwei schräg gegen den Rand gerichtete Nebennerven zweiter Ordnung, von denen der untere etwas kürzer ist als der obere. Zahlreiche kurze, parallele, schräg nach außen aufsteigende Verzweigungen verbinden in fast gleichen Abständen Haupt-, Seiten- und Nebennerven.

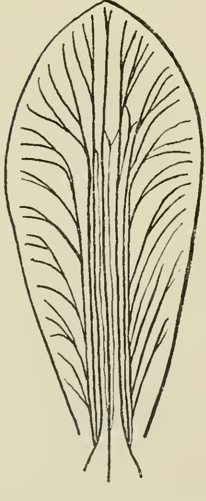


Fig. 22.
Hermodactylus tub.

Hermodactylus tuberosus Salisb.

hat in den langgestreckten, verkehrt eiförmigen äußeren Perigonblättern am Grunde der zur Mittelrippe parallelen und an ihren Enden schwach verzweigten Seitennerven je zwei mit ihnen parallel verlaufende Nebennerven, von denen der innere nur an der Spitze verästelt ist, während am kürzeren äußeren sechs bis acht teils verzweigte, teils unverzweigte, in spitzen Winkeln abgehende Nebenästchen sich befinden.

Tritonia scillaris Baker.

An den mit ihrer Spitze gegen die Mittelrippe schwach gebogenen Seitennerven entspringen am Grunde zwei Nebennerven, von denen sich einer sofort wieder teilt. Zwischen diesen Nerven befinden sich eine Anzahl in spitzen Winkeln ausgehende, parallele Verzweigungen, die nur selten frei enden.

VI. Ein Hauptnerv und zwei Seitennerven, die am Grunde mehr als zwei ihnen gleichstarke Nebennerven abgeben.

1. Nerven nicht oder nur wenig verzweigt.

Geissorrhiza geminata E. Mey.

In den elliptischen Perigonblättern sind Haupt- und Seitennerven annähernd parallel, während die am Grunde der letzteren entspringenden je drei Nebennerven fast gleiche Richtung mit dem Blattrande haben. Mit Ausnahme der untersten Nebennerven sind alle Nerven gegabelt oder mit kürzeren oder längeren, frei endenden, in spitzen Winkeln ausgehenden Verzweigungen versehen.

Geissorrhiza romuleoides Eckl.
" *excisa* Ker-Gawl.

An den unten der Mittelrippe sehr genäherten, oben divergierenden Seitennerven entspringen fast in gleicher Höhe je drei oder vier z. T. gegabelte Nebennerven, die strahlenförmig in gleichen Abständen in die Perigonblätter eintreten und von innen nach außen an Länge abnehmen.

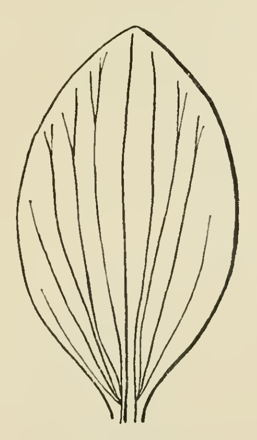


Fig. 23.
Geissorrhiza ramul.

Geissorrhiza secunda Ker-Gawl.

unterscheidet sich von den vorstehenden Arten nur durch ganz einfache Nebennerven.

2. Seiten- und Nebennerven reich verzweigt.

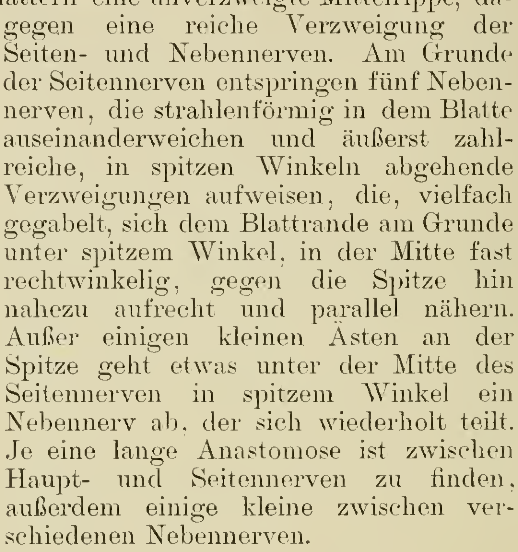
Iris scorpioides Desf.

zeigt in den $2^1/_2$ mal so langen wie breiten, verkehrt eiförmigen Perigonblättern eine besondere Nervatur. Die Seitenrippen geben gegen ihre Spitze unter spitzen Winkeln zahlreiche Nebennerven ab, die sich wie die Seitennerven nur gegen ihr Ende hin verzweigen. Am Grunde der Seitenrippen entspringen dicht beieinander ungefähr drei Nebennerven, die unverzweigt fast in ihrer ganzen Länge den Seitenrippen parallel verlaufen. Erst

da, wo die oberen Verzweigungen der Seitennerven beginnen, wenden sie sich im Bogen senkrecht dem Blattrande zu und verästeln sich auf dieselbe Weise. Die am Grunde der Nebennerven entspringenden sekundären Äste verhalten sich analog. Anastomosen verbinden Haupt- und Seitenrippen.

Marica Northiana Ker-Gawl.

zeigt in ihren Perigonblättern eine unverzweigte Mittelrippe, dagegen eine reiche Verzweigung der Seiten- und Nebennerven. Am Grunde der Seitennerven entspringen fünf Nebennerven, die strahlenförmig in dem Blatte auseinanderweichen und äußerst zahlreiche, in spitzen Winkeln abgehende Verzweigungen aufweisen, die, vielfach gegabelt, sich dem Blattrande am Grunde unter spitzem Winkel, in der Mitte fast rechtwinkelig, gegen die Spitze hin nahezu aufrecht und parallel nähern. Außer einigen kleinen Ästen an der Spitze geht etwas unter der Mitte des Seitennerven in spitzem Winkel ein Nebennerv ab, der sich wiederholt teilt. Je eine lange Anastomose ist zwischen Haupt- und Seitennerven zu finden, außerdem einige kleine zwischen verschiedenen Nebennerven.



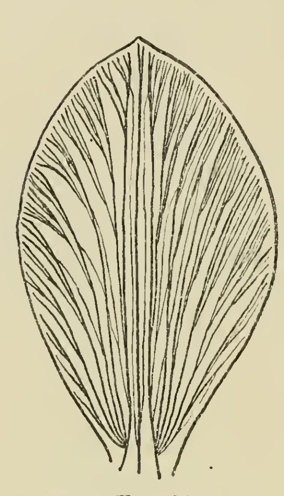


Fig. 24.
Marica Northiana.

Tigridia pavonia Pers.

Die sehr breiten äußeren Perigonblätter haben ähnliche Nervatur wie *Iris scorpioides*, nur sind hier die Nebennerven in ihren oberen Teilen durch zahlreiche Anastomosen verbunden. — Die am Grunde herzförmigen oben zugespitzten und in 2/3 ihrer Höhe etwas eingeschnürten inneren Perigonblätter sind in dem Verlauf ihrer Nerven von den äußeren sehr verschieden. Die der Mittelrippe parallelen Seitennerven beschreiben etwas über ihrer Mitte einen kleinen, nach außen konvexen Bogen. Von diesem Bogen an bis zur Spitze entspringen in fast gleichen Abständen sieben reich verzweigte Nebennerven, von denen die oberen fast parallel der Mittelrippe, die unteren in einem Bogen zum Blattrande senkrecht ver-

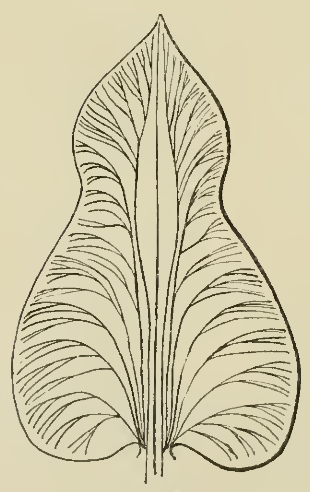


Fig. 25.
Tigridia pavonia

laufen. Am Blattgrunde entspringen in gleicher Höhe fünf Nebennerven, von denen der innerste annähernd mit den Seitennerven parallel verläuft, erst an der Spitze sich in einem Bogen dem Blattrande zuwendet und nur in seiner oberen Hälfte mit fast wagerechten Verzweigungen versehen ist. Die übrigen sind zuerst schräg auswärts gerichtet, wenden sich sofort in starkem Bogen nach außen und verästeln sich nur abwärts.

Wie aus vorstehender Darstellung ersichtlich ist, stimmen sämtliche *Iridaceen* darin überein, daß sie einen freiendenden Mittelnerv und zwei ebenso endende, von ihm unabhängige, größtenteils parallele Seitennerven besitzen. Eine große Verschiedenheit besteht in der Verzweigung der letzteren. Dieselbe ist wohl in der Hauptsache abhängig von der Größe und dann von der Form der Perigonblätter, wofür auch die Tatsache spricht, daß bei ungleicher Ausgestaltung des inneren und äußeren Perigonkreises jedesmal die größeren Blätter eine stärkere Verzweigung aufzuweisen haben. Besonders ausgeprägt sehen wir diesen Unterschied bei *Hermodactylus tuberosus* und denjenigen *Iris*-Arten, welche große äußere und kleine innere Perigonblätter besitzen, wie z. B. *Iris pseudacorus, squalens, versicolor* u. a. Die Abweichung in der Nervatur wird geringer, je mehr sich beide Kreise in Form und Größe einander nähern, und schwindet bei übereinstimmender Ausbildung ganz. Von der Form der Perigonblätter wird die Länge der Nerven sehr beeinflußt. Ist ein Blatt in der Mitte am breitesten, nach oben und unten gleichmäßig verschmälert, dann nimmt die Länge der Nebennerven von der Mitte nach oben und unten allmählich ab. Ist dagegen ein Blatt oben oder unten breiter, dann finden wir die längsten Nerven immer in diesen verbreiterten Teilen des Blattes, wie das wieder bei verschiedenen Arten von *Iris*, z. B. *Iris spuria, versicolor, Kaempferi* usw. deutlich hervortritt. Bestimmend für die Nervatur ist vor allem auch wohl der Grad der Verwachsung der Perigonblätter, da die Arten mit langer Kronröhre und kleinen freien Blattzipfeln verhältnismäßig einfache Nervatur besitzen *(Orieda, Antholyza, Anomatheca)*, während bei umgekehrtem Verhältnis, also kurzer Röhre und langen Endblättchen (*Gladiolus, Iris*) die Nerven in großer Zahl vorhanden sind.

Eine vergleichende Übersicht, in wieweit die oben beschriebene Nervatur mit der natürlichen Verwandtschaft übereinstimmt, bietet die nachfolgende Zusammenstellung. Dieselbe folgt der von Pax in Engler & Prantl „Die natürlichen Pflanzenfamilien" gegebenen Anordnung. Die hinter den Gattungsnamen stehenden römischen Zahlen geben die Gruppen in meiner Untersuchung an.

Crocoideae,

Crocus (19 Arten) III 1, 2, IV 2, V 2.
Romulea (2 Arten) IV. 2.
Galaxia (1 Art) V 1.

Es sind drei Typen vertreten. Die verschiedenen *Crocus*-Arten verhalten sich im großen und ganzen ähnlich. *Galaxia* weicht jedoch durch den Mangel der für die beiden anderen Gattungen charakteristischen Verzweigungen merklich davon ab.

Iridoideae.

Moraeeae-Iridinae.

Hermodactylus (1 Art) II 1, VI 2.
Iris (43 Arten) II 2, 3, VI 2.
Moraea (1 Art) II 3.

Moraeeae-Maricinae.

Marica (1 Art) VI 2.

Tigridieae-Tigridinae.

Tigridia (1 Art) VI 2.

Syrinchieae-Libertinae.

Libertia (1 Art) II 2.
Belamcanda (1 Art) II 3.

Syrinchieae-Sisyrinchinae.

Sisyrinchium (3 Arten) I, IV 1, V 1.

Aristeae-Aristinae.

Aristea (1 Art) II 2.
Witsenia (1 Art) I.

Hier sind sämtliche Typen außer III vertreten. Es kommt der Unterschied in der Nervatur der beiden Kreise deutlich zum Ausdruck. *Hermodactylus* und *Iris*, bei denen, wie schon gesagt, der Unterschied in den beiden Kreisen sehr groß ist, finden sich in Gruppe II und VI vor, *Marica* und *Tigridia*, die keine so großen Unterschiede zeigen, haben in beiden Kreisen ähnliche Nervatur. Ein gleiches Verhalten zeigen *Aristea* II 2, *Witsenia* I, *Libertia* II 2 und *Belamcanda* II 3. Bei *Sisyrinchium* ist infolge des geringen Unterschiedes in der Größe der Perigonblätter die Zugehörigkeit in drei Gruppen (I, IV 1, V 1) durch ein Mehr von einem oder zwei Nerven bedingt, was bei der sehr einfachen Nervatur viel mehr zum Ausdruck kommt, als bei einer reichen Verzweigung, wie z. B. bei *Marica* und *Tigridia*.

Ixioideae.

Ixieae.

Geissorrhiza (8 Arten) II 3, IV 2, V 1, VI 1.
Hesperantha (6 Arten) II 2, 3, IV 1.
Ixia (11 Arten) II 3.

Gladioleae.

Melasphaerula (1 Art) II 1.
Tritonia (5 Arten) II 3, V 1.
Sparaxis (7 Arten) II 3, III 1.
Babiana (10 Arten) II 3.
Gladiolus (43 Arten) II 3.
Antholyza (3 Arten) II 1, 3.

Watsonieae.

Micranthus (3 Arten) II 1.
Lapeyrousia (1 Art) II 1.
Watsonia (13 Arten) II 1, 3.
Freesia (4 Arten) II 1, V 1.

Es sind mit Ausnahme von I sämtliche Typen vertreten. Am häufigsten kommt Typus II vor und zwar meistens ausschließlich. Bei wenigen Gattungen tritt neben II noch III, IV oder V auf, wie bei *Sparaxis*, *Hesperantha* und *Tritonia*, wo zwar der innere und äußere Kreis sich gleich verhalten, verschiedene Arten aber Unterschiede zeigen.

Vorstehende Zusammenstellung bestätigt in den meisten Fällen die verwandtschaftlichen Beziehungen in den einzelnen Gruppen innerhalb des von Pax angenommenen Systems.

Vergleichen wir noch zum Schluß den Gefäßbündelverlauf in den Blütenblättern der *Iridaceen*, *Amaryllidaceen* und *Liliaceen*, so finden wir bei diesen verwandten Familien bedeutende Unterschiede.

Nach abwärts frei endende Gefäßbündel, wie sie Simonsohn bei *Gagea* und *Lloydia* nachwies, kommen bei keiner der von mir untersuchten *Iridaceen* vor.

Bei den *Liliaceen* allein treten die einfachsten Formen auf, insofern Simonsohn bei *Lomandra longifolia* Labill. gar keine Gefäßbündel und folgenden Gattungen nur einen Mittelnerv fand.

Agapanthus	*Asphodeline*
Allium	*Brevoortia*
Aphyllanthes	*Brodiaea*
Asparagus	*Bulbine*
Asphodelus	*Chionodoxa*

Convallaria	*Ophiopogon*
Drimia	*Polygonatum*
Eremurus	*Puschkinia*
Eucomis	*Reineckia*
Hyacinthus	*Ruscus*
Kniphofia	*Scilla*
Lachenalia	*Semele*
Majanthemum	*Smilacina*
Massonia	*Smilax*
Muscari	*Urginea.*

Eine Mittelrippe mit Verzweigungen, die teils frei, teils nicht frei enden, findet sich bei folgenden *Liliaceen:*

Allium Ostrowskianum Regel.
Behnia reticulata F.
Danaë racemosa Mönch.
Helonias dioica Pursh.
Hyacinthus orientalis L.
Tulbaghia affinis Link.
„ *cepacea* H.
Veltheimia viridifolia Jacq.

und nachstehenden *Amaryllidaceen:*

Buphane disticha Hub.
„ *longipedicellata* Pax.
Conostylis setigera K. Br.
Eucrosia Lehmanni Hiern.
Hessea spiralis Berg.
Haemanthus eurysiphon Harms.
„ *Katherinae* Back.
„ *Lindeni* N. E. Br.
„ *longipes* Engl.
„ *puniceus* Linn.

Alle diese Formen der Nervatur fehlen den *Iridaceen* ganz. Nur je eine Gruppe der *Liliaceen* und *Amaryllidaceen* besitzt die allen *Iridaceen* durchweg zukommende Nervatur: „Ein Mittelnerv und zwei frei endende, von ersterem unabhängige Seitennerven“, während die übrigen Gruppen alle entweder zwei nicht frei, oder mehr als zwei frei oder nicht frei endende Seitennerven haben. Ferner besteht der Unterschied, daß bei den *Iridaceen* die Seitennerven zwar bisweilen mit dem Hauptnerv durch Anastomosen verbunden sind, mit Ausnahme von *Freesia refracta alba* Klatt, aber niemals nach diesen letzteren hin freie Seitenzweige abgeben, wie dies Fränkel bei *Hypoxis* und *Crinum* fand.

Bei zwei anderen Gattungen der *Amaryllidaceen*, bei *Anigosanthus* und *Bravoa*, erwähnt Fränkel Kommissuralnerven. Dies Verhalten entspricht den von mir untersuchten *Iridaceen*-

Blüten, in denen, wie in der Einleitung gesagt wurde, die Seitennerven zweier benachbarter Perigonblätter sich in der Röhre zu einem Kommissuralnerv vereinigen. Derselbe teilt sich bei *Anigosanthus viridis* Endl. und *Anigosanthus flavida* Red. kurz vor dem Eintritt in die Blattzipfel, bei *A. rufa* Labill. und *A. Preissii* Endl. schon tief in der Röhre. Die beiden letzten Arten besitzen an einem Gabelast des Kommissuralnerven eine kurze Verzweigung, die ihrerseits wieder bei *A. Preissii* Endl. einen Seitenast trägt, der sich am Grunde der Perigonlappen teilt und gleich dem Kommissuralnerven je einen Gabelast in die beiden benachbarten Blumenblätter eintreten läßt. *Bravoa geminiflora* Llar. & Lax. hat längs der Mittelnerven noch zwei parallele Seitennerven, die etwas unterhalb seiner Endigung in diesen einmünden. Der Kommissuralnerv teilt sich kurz vor dem Eintritt in die Perigon-Blätter.

Von den übrigen *Amaryllidaceen* und *Liliaceen*, die den *Iridaceen* ähnlichen Gefäßbündelverlauf besitzen, lassen sich folgende in die von mir aufgestellten Gruppen einreihen:

Amaryllidaceen.	*Liliaceen.*
I. *Phlebocarya ciliata* M. Br.	I. Seitennerven einf., ohne Anast.
Lophiola aurea Ker.	*Allium Moly* L.
Cyanella capensis L. (inn. Kreis)	Seitennerven einf., mit Anastom.
„ *lutea* Thbg. „ „	*Paris quadrifolia* L. (inn. Kreis)
	I. Seitennerv. zuw. schw. verzweigt.
	Smilacina stellata Desf.
	Aspidistra elatior B.
	Schoenocaulon officinale A. Gray.
	Cordyline Baueri Hook.
	„ *stricta* „
	„ *terminalis* „
	Streptopus Tilingii Max.
II. 3a. *Chlidanthus fragrans* Hub.	II 1. *Narthecium ossifragum* Hds.
Curculigo recurvata Dryand.	*Medeola virginica* L.
3b. *Eurycles silvestris* Salisb.	II 3. *Xerophyllum gramineum* Nh.
	Dipidax triquetrum L.
	Streptopus distortus Michx.
	Fritillaria (alle unters. Arten)
	Gagea „ „ „
	Lloydia serotina Salisb.
IV. *Brunsvigia humilis* Eckl.	
„ *striata* Ait.	
Hypoxis laxa Eckl. (vgl. vor. S.)	
„ *aurea* Laur.	
„ *linearis* Andr.	

Amaryllidaceen.	*Liliaceen.*
Hypoxis juncea Eckl.	
„ *stellata* Linn.	
Crinum aquaticum Burch.	
V. *Lycoris radiata* Herb.	V. *Veratrum album* L.
„ *sanguinea* Maxim.	„ *nigrum* L.
	„ *viride* Ait.
VI. *Hypoxis villosa* Jacq.	VI. *Tricyrtis hirta* Hook.
„ *erecta* Linn.	

Figuren-Erklärung.

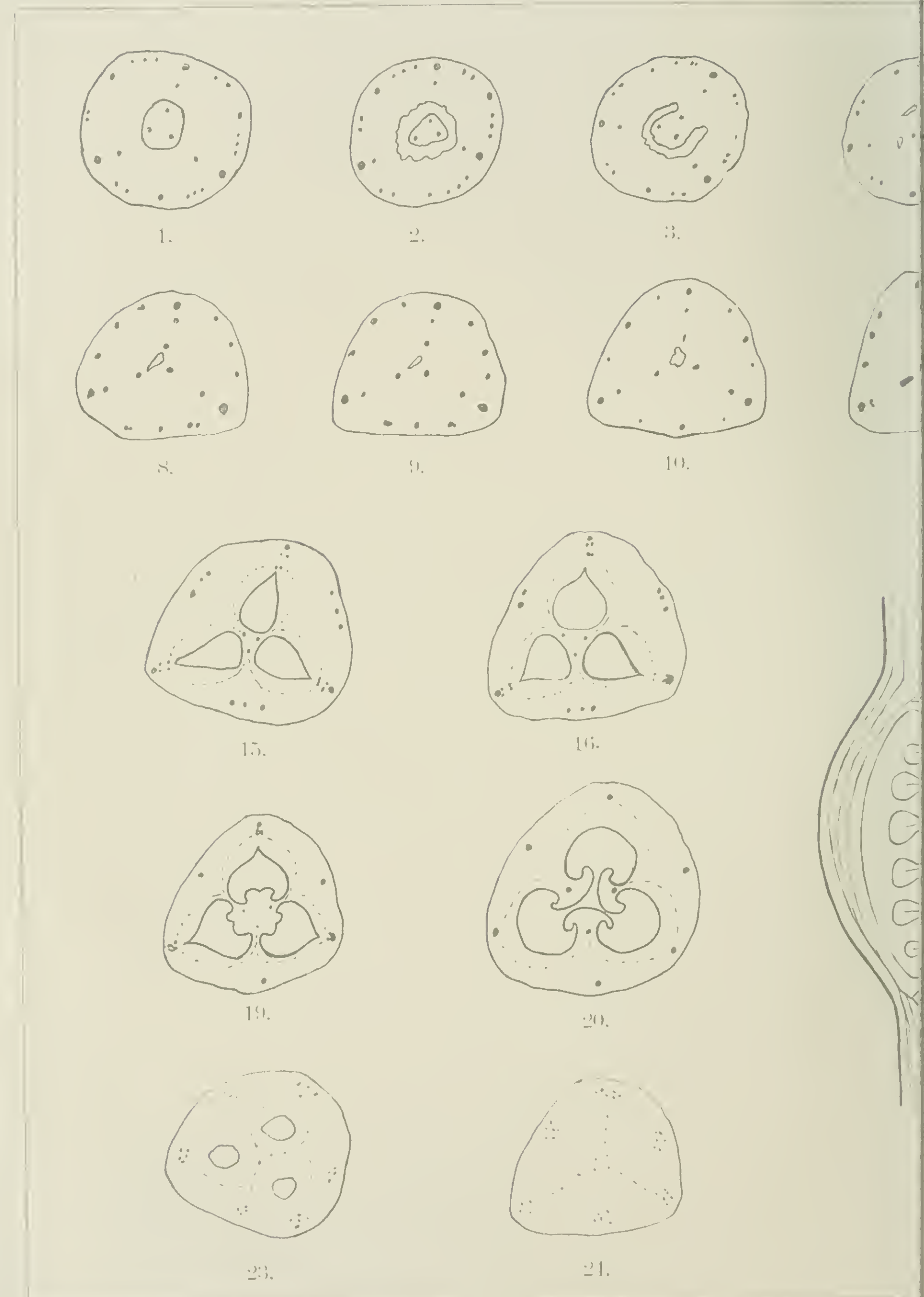
Tafel 5.

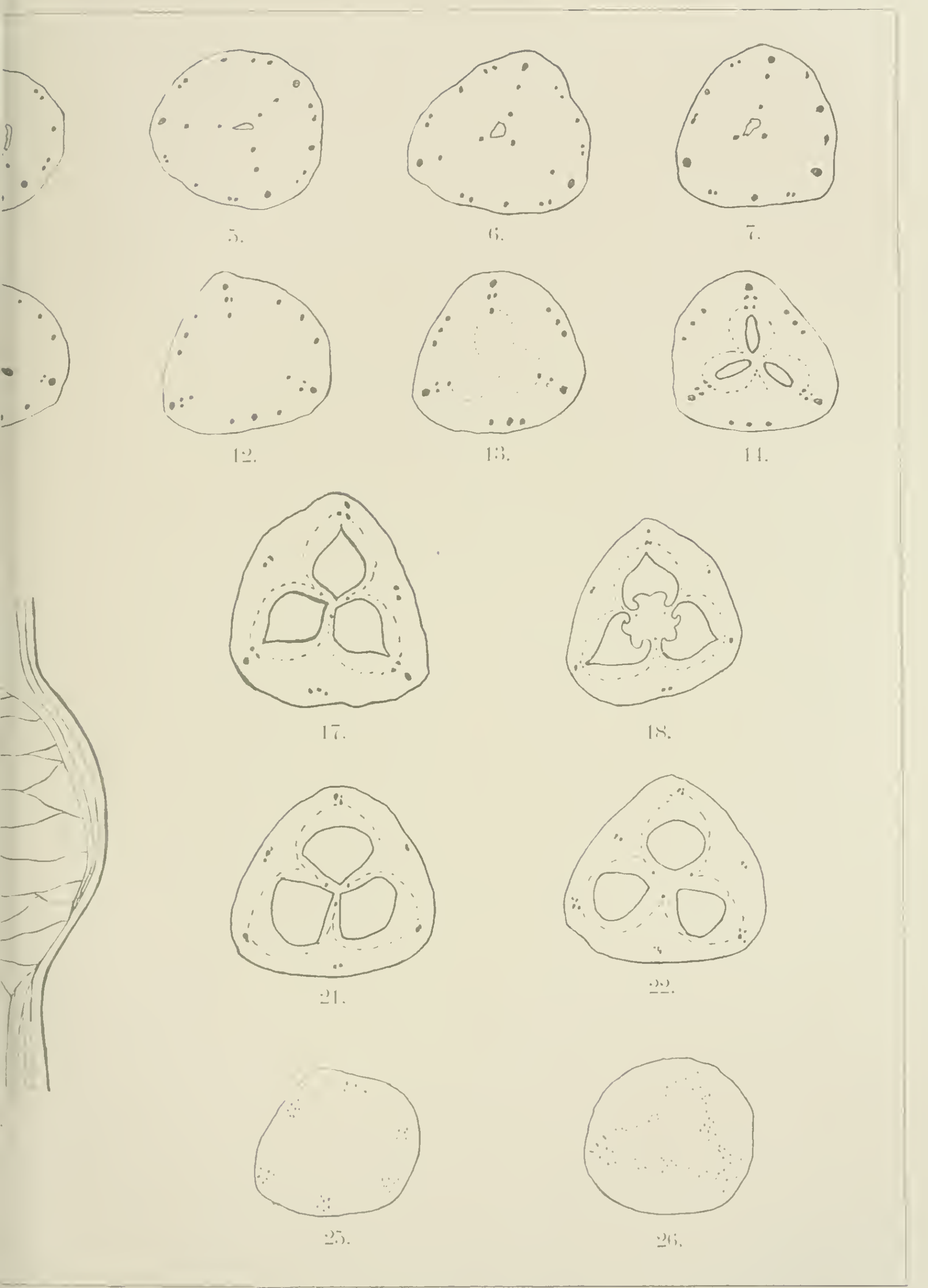
Fig. 1—26 aufeinanderfolgende Querschnitte durch den Fruchtknoten von *Iris versicolor.*

Die als Punkte eingezeichneten Gefäßbündel nähern sich nach unten immer mehr (Fig. 1—19) und verschmelzen schließlich (Fig. 20) zu sechs Strängen. Weiter abwärts (Fig. 21) spalten sich letztere wieder, sodaß in den Stiel (Fig. 24—26) zahlreiche Gefäßbündel eintreten.

Fig. 27 Längsschnitt durch denselben Fruchtknoten. Oben die getrennten Gefäßbündel, die sich nach abwärts vereinigen, um sich darauf wieder zu spalten.




1.
2.
3.
8.
9.
10.
15.
16.
19.
20.
23.
24.



Fischer in Jena.



Beiträge zur Anatomie der *Cyclanthaceae.*

Von

Ernst von Oven
aus Rogasen (Prov. Posen).

Mit Tafel 6.

Einleitung.

Während die Morphologie, besonders die Blütenverhältnisse der *Cyclanthaceae* mehrfach eingehend untersucht wurden, so von O. Drude, W. Baillon und Ronte, liegen über den anatomischen Bau derselben bisher wenige Angaben vor.

So beschreibt O. Drude 1877[1]) subepidermale Prosenchymstränge im Blatt von *Carludovica*, ferner 1889[2]) den Verlauf der Gefäßbündel in Blattstiel und Blattfläche; auch vermutet er bei allen *Carludoviceae* im Blattstiel Gummigänge sowie Milchsaftschläuche bei *Cyclanthus*. Eingehender schildert W. Scharf 1882[3]) Rhizom, Stengel und Blatt von *Carludovica palmata* und das Blatt von *Sarcinanthus utilis*. H. Michels untersuchte 1898[4]) die gummiführenden Sekretgänge in den jungen Blättern von *Carludovica*.

Auf gütige Anregung des Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Pfitzer wurden die vorliegenden Untersuchungen in dem botanischen Institut der Universität Heidelberg im Sommer-Semester 1902 und Winter-Semester 1902/03 von mir ausgeführt, und gelangte nur frisches Material, soweit nicht besonders vermerkt, aus dem dortigen botanischen Garten zur Verwendung.

Ich lasse zunächst eine genaue Beschreibung jedes einzelnen untersuchten Organes folgen, um am Schluß eine kurze Übersicht und Zusammenfassung beizufügen.

Möge es mir hier gestattet sein, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Hofrat Professor Dr. Pfitzer für die liebenswürdige Anregung und gütige Unterstützung bei dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Anatomie der Blätter.

Cyclanthus bipartitus Poit.

Zur Untersuchung gelangte ein junges, noch nicht geteiltes Blatt von ziemlich langgestreckter elliptischer Form, dessen auf

[1]) Botan. Zeitung. 1877. p. 591.
[2]) Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfamilien. II., 3. p. 94.
[3]) Bot. C. LII. p. 292.
[4]) Bull. Soc. Bot. Belgique. Bd. XXVII. 1898.

der Oberseite ebene Fläche auf der Unterseite in verschieden großen Abständen mäßig starke Vorwölbungen zeigt (Fig. 7). Am Grunde des Blattes gabelt sich der Hauptnerv in zwei bogig verlaufende Stränge, welche auf der Unterseite wenig, auf der Oberseite im spitzen Winkel stark vorspringen und sich an der Spitze des Blattes wieder nähern.

Die Epidermiszellen sind beiderseits auf der Flächenansicht polygonal und verschieden groß; an den Hauptrippen sind sie deutlich in Reihen angeordnet, schmal, langgestreckt, selten höher als breit und haben ziemlich stark verdickte Wände. Die übrigen Epidermiszellen der Blattoberseite liegen ebenfalls in deutlichen Längsreihen, besitzen meist gleiche Höhe, Breite und Länge und erscheinen auf dem Querschnitt 4- bis 5eckig, etwas abgerundet, mit schwach vorgewölbten Außenwänden und im spitzen Winkel vorspringenden Innenwänden. Die Oberhautzellen der Unterseite zeigen auf der Flächenansicht keine deutliche Reihenanordnung sowie bogig verlaufende Wände und sind im Querschnitt viereckig, meist etwas breiter wie hoch, mit schwach vorgewölbten Außen- und Innenwänden. An dem etwas nach unten gekrümmten Blattrand stoßen die letzten drei Oberhautzellen beiderseits mit ihren Innenwänden unmittelbar aneinander. Die Kutikula ist beiderseits schwach verdickt, nur an den Hauptrippen stärker: auf der Unterseite ist sie stets mit kurzen Kutikularleisten versehen, welche sich besonders auf der Mitte der vorgewölbten Außenwände finden. Die unteren Oberhautzellen sind an den Vorwölbungen und an den Hauptrippen zu kurzen Papillen, manchmal zu zweizelligen stumpfen Haargebilden ausgewachsen, deren mäßig verdickte Wände senkrecht zur Blattfläche verlaufende Kutikularleisten zeigen.

Spaltöffnungen finden sich beiderseits, spärlich auf der Oberseite; sie sind auf der Flächenansicht elliptisch und haben 4 Nebenzellen, von denen die beiden seitlichen ebenso lang als die Spaltöffnung und ziemlich breit, die obere und untere wenig breiter als lang sind. Auf dem Querschnitt erscheinen die Schließzellen fast kreisrund, mit stärker verdickten äußeren Kutikularhöckern und werden besonders nach innen von den Nebenzellen weit umfaßt. An die obere Epidermis schließen sich 4 Lagen chlorophyllreicher Zellen an, welche regelmäßig polyëdrisch, seltener ellipsoidisch in die Breite gestreckt sind; gegenüber den unteren Vorwölbungen werden mehrere Zellen der zweiten und dritten Lage palisadenartig bis zur doppelten Höhe gestreckt und führen weniger Chlorophyll. Zerstreut finden sich hier mäßig verdickte Sklerenchymfasern, einzeln oder zu zweien, welche jedoch nicht subepidermal verlaufen. Die Unterseite des Mesophylls wird aus 3 Lagen weniger Chlorophyll führender Zellen von gleichem Bau wie diejenigen der Oberseite gebildet.

Der mittlere Teil des Blattes, ungefähr ein Drittel des Querschnittes, besteht aus großen, sehr zartwandigen, etwas breiteren prismatischen Zellen, welche kein Chlorophyll führen,

oder es finden sich nach Zerreißung derselben nur noch Luftlücken.

In verschieden großen Abständen verlaufen hier, der Unterseite etwas genähert, zahlreiche kollaterale, auf dem Querschnitt kreisrunde Gefäßbündel von verschiedener Größe, welche nach der Oberseite zu von einigen größeren, rundlichen, Chlorophyll führenden Zellen umgeben sind. In der Nähe des Blattrandes fand ich stets zwei größere Fibrovasalstränge nebeneinander gelagert. Die kleinen Bündel zeigen 2—3 enge Ring- und Spiralgefäße sowie mäßig verdicktes Holzparenchym, ihr Phloëm wird von 2 bis 4 Zellreihen stark verdickter Sklerenchymfasern geschützt; bei den größeren Bündeln findet sich auch auf der Xylemseite eine nur 1 bis 2 Zellagen starke Sklerenchymscheide vor, ferner tritt hier eine Trennung des Phloëms in 2 Gruppen durch zwischengeschobene Sklerenchymfasern ein.

Das Mesophyll der Hauptrippen besteht aus prismatischen Parenchymzellen, welche auf dem Querschnitt polygonal sind, und deren Länge sich zur Höhe und Breite wie 1 bis 2 : 1 verhält; nach der Mitte zu werden die Zellen zartwandiger und lassen kleine dreieckige Interzellularräume erkennen; die äußersten 3 bis 6 Zellagen führen Chlorophyll, die inneren kleinkörnige Stärke. Von der 3. Zellage ab liegen beiderseits aneinander stoßende kleinere und größere Gruppen ziemlich stark verdickter Sklerenchymfasern.

In die Hauptrippen treten an der Basis des Blattes auf der Ober- und Unterseite dicht unter den Sklerenchymgruppen je 10 kleine peripherische Bündel ein, welche ihr Xylem stets nach dem Blattinnern zu gerichtet haben, während im zentralen Teil 6 größere Bündel verlaufen, deren Xylem nach der Oberseite zu liegt. Im weiteren Verlauf tritt ein Teil der kleinen Bündel in die Blattfläche aus, während die größeren zentralen Stränge die Rippe bis zur Spitze durchsetzen, auch nehmen die Sklerenchymgruppen besonders auf der Unterseite nach dem Blattende hin an Zahl und Größe ab. Nur die größeren Gefäßbündel der Mittelrippe zeigen auf der Xylemseite eine schwache, aus wenig verdickten Zellen bestehende Sklerenchymscheide, während diejenige des Phloëms hier sehr stark entwickelt ist und die größere Hälfte des Bündels bildet, ihre Zellen werden nach der Peripherie zu größer und schwächer verdickt. Zwischen den Sklerenchymfasern nun liegen, in viele kleine Gruppen unregelmäßig zertreut, die weiten Siebröhren.

In jeder der Hauptrippen verlaufen 4 große, auf dem Querschnitt fast runde Luftgänge, welche durch Diaphragmen aus 2 bis 3 Lagen sternförmiger Zellen, ähnlich denen von *Juncus* quer gekammert werden; an der Spitze des Blattes finden sie sich nur noch als größere Interzellularen vor.

Kalkoxalat fand ich zahlreich als kleine Raphidenbündel in den Diaphragmazellen sowie in etwas größeren Mesophyllzellen besonders der Oberseite; seltener kamen größere Raphiden-Schläuche vor, so am Blattrande.

Blattstiel.

Der Stiel ist in der Nähe der Blattfläche fast kreisrund, während am unteren Teil die Oberseite stark konkav ist. Seine Oberhautzellen liegen auf der Flächenansicht in deutlichen Längsreihen, sind unregelmäßig sechseckig und 2 bis 6 mal so lang wie breit; auf dem Querschnitt erscheinen sie 4- bis 5eckig, meist ebenso hoch wie breit, mit allseitig stärker verdickten Wänden, von denen die äußeren mehr oder minder stark vorgewölbt sind, während die inneren teils eine schwache Wölbung zeigen, teils im stumpfen Winkel vorspringen. Die Kutikula ist stärker als auf der Blattfläche; auch finden sich an dem Stiel keine Trichomgebilde vor.

Spaltöffnungen sind in mäßiger Zahl vorhanden und haben hier schmälere sowie länger gestreckte Nebenzellen.

Das parenchymatische Grundgewebe zeigt denselben Bau seiner Zellen wie das Mesophyll der Hauptrippen; auch hier verlaufen von der 3. Zellage ab zahlreiche Sklerenchymgruppen, welche jedoch auf der Oberseite weniger dicht liegen. Auf der Oberseite ist ein auf dem Querschnitt gleichschenkliges, spitzwinkliges Dreieck zu erkennen, dessen Spitze am unteren Teil des Blattstieles bis zu $^3/_4$, am oberen runden Teil dagegen bis zu $^4/_5$ des Stieldurchmessers reicht; an die Seiten dieses Dreiecks grenzen je 8 sehr große, auf dem Querschnitt elliptische, in der Richtung des Radius mehr oder minder gestreckte Luftgänge, welche von gleichen Diaphragmen quer gekammert sind, wie ich sie in den Blattrippen beschrieben habe. Diese Gänge sind meist nur durch 10 bis 15 Zellagen voneinander getrennt, zwischen diesen liegen oft mehrere mäßig verdickte Sklerenchymfasern in Reihen oder Gruppen. Parallel zu diesen Luftkammern verlaufen außerhalb und innerhalb des Dreiecks je eine Reihe größerer Gefäßbündel, ferner nach der Unterseite zu noch annähernd parallel zahlreiche, meist etwas kleinere Bündel. Im Inneren des Dreiecks finden sich nur einige sehr kleine Bündel, deren Xylem meist nach der Unterseite zu gerichtet ist. Sie sind sämtlich kollateral und auf dem Querschnitt oval, mehr oder minder in der Richtung des Radius gestreckt, ihr Bau ist derselbe wie derjenige in der Blattrippe, nur liegen hier die Gefäße vielfach in einer Reihe in der Längsachse der Bündel. Kalkoxalat fand ich auch hier als kleine Raphidenbündel in den sternförmigen Diaphragmazellen sowie vielfach im Grundgewebe zerstreut, ferner als kleine Kristallnadeln, welche einzelne Zellen völlig erfüllten.

Cyclanthus cristatus Klotzsch.

Das Blatt stammt aus dem Göttinger botanischen Garten und war fast bis zum Grunde geteilt; sonst zeigte es dieselbe Gestalt wie das von *Cyclanthus bipartitus*. Auch in anatomischer Beziehung stimmte es fast vollkommen überein.

Als geringe Unterschiede fand ich, daß die oberen Epidermiszellen auf der Flächenansicht etwas regelmäßiger sechseckig sind;

sodann waren die unteren Oberhautzellen an den Hauptrippen nicht zu Trichomgebilden ausgewachsen; ferner zeigte die Hauptrippe eine etwas schärfere Kante und eine größere Zahl Sklerenchymgruppen auf der Unterseite. Der Gefäßbündelverlauf zeigte in den Rippen ebenfalls dasselbe Verhalten wie bei *C. bipartitus*, nur fand ich in der Schneide zwei kleinere Bündel, welche dicht übereinander verlaufen und sich mit ihren die Phloëmteile umgebenden Sklerenchymscheiden berühren.

Blattstiel.

Auch der Blattstiel (Fig. 27) zeigte eine vollständige Übereinstimmung mit demjenigen von *C. bipartitus* und hatte als Unterschied nur etwas größere Interzellularen der sternförmigen Diaphragmazellen sowie in dem spitzwinkligen Dreieck der Oberseite mehrere sehr kleine Gefäßbündel und zahlreichere Raphiden.

Carludovica Laucheana Wendl.

Die Blattfläche ist bis zur Mitte zweiteilig und nicht deutlich gefaltet. Auf ihrer Oberseite springen auf jeder Blatthälfte 6 Rippen stark hervor, welche am Grunde des Blattes eine stumpfe, an der Spitze eine schärfere Schneide haben (Fig. 9). An der Unterseite zeigen diese Hauptrippen nur eine geringe Vorwölbung, an deren Seiten das Blatt etwas eingebuchtet ist (Fig. 10). In der Mitte zwischen je 2 dieser Rippen ist die Blattoberseite schwach eingesenkt, während hier die Unterseite einen kurzen Kiel mit stumpfer Schneide hat.

Die Epidermiszellen der Oberseite liegen von der Fläche gesehen in deutlichen Längsreihen, sind polygonal mit ziemlich stark verdickten Wänden und 2 bis 4mal so lang als breit; auf dem Querschnitt erscheinen sie 4-, seltener 5eckig und $1^1/_2$ bis 2mal so hoch wie breit, mit stärker verdickten geraden Außenwänden; in den Einbuchtungen des Blattes werden sie unregelmäßig und meist ebenso hoch wie breit.

Auf der Unterseite ist auf der Flächenansicht eine Reihenanordnung der Oberhautzellen kaum zu erkennen, letztere sind unregelmäßig polygonal, verschieden groß und meist 2 bis 4mal so lang wie breit mit weniger verdickten Wänden als auf der Oberseite; in Abständen von nur wenigen Zellen verlaufen 2 bis 4 Reihen regelmäßiger oft rechteckiger Zellen, welche 4 bis 8mal so lang wie breit sind. Auf dem Querschnitt erscheinen die unteren Epidermiszellen meist 5eckig und ebenso hoch wie breit, mit oft schief stehenden Seitenwänden und etwas vorgewölbten, stärker verdickten Außenwänden. Die Kutikula ist beiderseits glatt und stark verdickt, besonders auf der Oberseite, am unteren Kiel, an den unteren Ausbuchtungen und am Rand.

Die auf der Oberseite spärlichen, auf der Unterseite sehr zahlreichen Spaltöffnungen, sind von der Fläche betrachtet, fast rund, ihre seitlichen Nebenzellen etwas länger und in ihrer Mitte

etwas breiter als die Spaltöffnung, während die quer zum Spalt liegenden breiter als lang sowie gelegentlich verdoppelt erscheinen; auf dem Querschnitt sind die Spaltöffnungen ein wenig eingesenkt, und zeigen ihre Schließzellen ein dreieckiges Lumen sowie stärker verdickte äußere Kutikularhöcker; ihre Nebenzellen umfassen besonders nach der Atemhöhle zu die Schließzellen sehr weit.

Trichomgebilde finden sich nicht vor.

An die Epidermis der Oberseite schließt sich ein einreihiges Wassergewebe an, dessen prismatische Zellen meist doppelt so lang wie breit und auf dem Querschnitt polygonal sind; an den oberen Einsenkungen werden sie etwas höher. Dieses Gewebe wird in Abständen von 1 bis 3 Zellen von subepidermalen Sklerenchymgruppen aus 2 bis zahlreichen außerordentlich stark verdickten Fasern durchbrochen, welche nur noch ein ganz kleines Lumen erkennen lassen; in den Einbuchtungen der Oberseite fehlen sie vollständig, dagegen treten größere und dichter gelagerte Gruppen an den Rippen und am Blattrand auf; gelegentlich finden sich auch dicht unter dem Wassergewebe einzelne Fasern.

Das Assimilationsgewebe ist deutlich in Palisaden- und Schwammparenchym getrennt; ersteres besteht aus meist 3 bis 4 Reihen chlorophyllreicher, zylindrischer Zellen, deren Höhe nach der Mitte zu abnimmt und sich zur Breite wie 3 bis $1^1/_2$:1 verhält; in den Furchen der Blattoberseite werden die Palisadenzellen chlorophyllarm, höher, breiter und lassen größere Interzellularen erkennen, dagegen runden sich die Zellen an den Rippen und am Blattrand ab und werden hier von mehreren Sklerenchymgruppen unterbrochen. Das Schwammparenchym besteht aus 6 bis 8 Reihen ellipsoidischer, wenig langgestreckter Zellen, welche nach der Mitte zu meist größer werden und oft klein Chlorophyll enthalten, daher vielfach als Wassergewebszellen anzusehen sind; in der Mittelrippe gehen sie über in zylindrische Zellen, welche 2 bis 4mal so hoch wie breit sind und ebenfalls vielfach nur Wasser enthalten; in der Nähe der Unterseite verlaufen zwischen ihnen einzelne stark verdickte Sklerenchymfasern.

Auch an die untere Epidermis stoßen subepidermale Sklerenchymgruppen, welche unter den oben erwähnten regelmäßigeren Oberhautzellen liegen und mit Ausnahme des Blattrandes und Kieles weniger dicht gedrängt als auf der Oberseite verlaufen. Teils in der Mitte des Mesophylls, teils mehr nach der Unterseite zu durchziehen dasselbe zwischen je 2 Rippen 12 bis 15 verschieden große Gefäßbündel; in dem unteren Kiel fehlen sie; dagegen fand ich in den Rippen meist über einem recht großen noch ein zweites kleines Bündel, dessen Xylem nach der Unterseite gerichtet ist. Die Mittelrippe des unteren noch nicht gespaltenen Blatteiles zeigt am Grunde zahlreiche zerstreut verlaufende, verschieden große Bündel, deren Xyleme nach verschiedenen Richtungen gelagert sind; auch kommt hier eine

teilweise Vereinigung zweier Bündel vor. Ein etwas höher geführter Querschnitt läßt ein großes Gefäßbündel an der Grenze des Schwammparenchyms erkennen, über welchem nach der Spitze der Schneide hin noch mehrere kleiner werdende in einer Reihe verlaufen, deren Holzteile nach der Unterseite zu liegen.

Was den Bau der Gefäßbündel betrifft, so sind sie kollateral und auf dem Querschnitt kreisrund; in der Blattfläche sind sie oft sehr klein und bestehen dann aus einem größeren Gefäß, mäßig verdicktem Holzparenchym sowie reichlichem zusammenhängendem Phloëm, welches von 2 bis 3 Reihen ziemlich stark verdickter Sklerenchymfasern umgeben wird, letztere gehen nach außen in eine geschlossene Scheide aus weniger verdickten Zellen über. Die etwas größeren Fibrovasalstränge zeigen, daß das Phloëm durch eine ungefähr zwei Zellagen breite, von der Phloëmscheide bis zum Xylem gehenden Sklerenchymbrücke in zwei Gruppen gespalten wird, welche etwas seitlich vom Xylem hinaufrücken; bei noch größeren Bündeln wird die Phloëmscheide stärker und sendet weitere Faserbrücken durch den Siebteil, welcher nun aus 2 bis 3 größeren seitlichen Gruppen sowie zwischen Sklerenchym eingestreuten Siebgefäßen besteht, während das Xylem eine wechselnde Anzahl größerer Ring-, Spiral- und Tüpfelgefäße, Tracheïden und mäßig verdicktes Holzparenchym enthält.

Die größten Gefäßstränge werden auf 3 Seiten, unten und seitlich, von einer starken aus 10 bis 15 Zellagen außerordentlich verdickter Sklerenchymfasern gebildeten Scheide umgeben, durch welche der Siebteil noch stärker geteilt wird.

Im untersten Teil der Mittelrippe findet sich im Schwammparenchym unter dem großen Gefäßbündel ein kleinerer auf dem Querschnitt kreisrunder, interzellulärer Schleimgang.

Im Mesophyll zerstreut fand ich, besonders am Rande, in schmalen langgestreckten Zellen sehr große monokline Einzelkristalle von Kalkoxalat sowie vorzugsweise im Schwammparenchym kleinere Raphidenschläuche.

Blattstiel.

Der obere Teil des Stieles ist rund, während an der Basis die Oberseite stark eingebuchtet ist.

Auf der Flächenansicht ist die deutliche Reihenanordnung der Epidermiszellen durch vielfach schiefstehende Querwände oft gestört; die Zellen sind rechteckig oder polygonal, sehr verschieden lang und haben stärker verdickte Wände als diejenigen der Blattoberseite; auf dem Querschnitt sind sie 4- bis 5eckig, meist etwas höher als breit und haben dickere gerade Außenwände; ihre Kutikula ist glatt und kräftiger als auf der Oberseite der Blattfläche.

An die Epidermis schließt sich ein einschichtiges Wassergewebe an, dessen Zellen prismatisch, 3 bis 4 mal so lang wie breit und hoch sind und ziemlich stark verdickte Wände mit kleinen runden Poren haben; oft finden sich in ihnen Raphiden-

bündel oder mehrere große monokline Kristalle von Kalkoxalat. In derselben Weise wie auf der Blattoberseite liegen auch hier zwischen den Zellen des Wassergewebes subepidermale Sklerenchymgruppen aus sehr stark verdickten Zellen mit nur winzigem Lumen. Das innere Gewebe wird aus prismatischen, selten zylindrischen, mehr oder minder langgestreckten Zellen gebildet, welche nach der Mitte zu größer und dünnwandiger werden sowie weitere 3 bis 5eckige Interzellularen frei lassen; ungefähr 10 äußere Zellagen führen Chlorophyll, die inneren kleine runde Stärkekörner.

Außer dem subepidermalen Festigungsgewebe liegen im Innern zerstreut, besonders jedoch an der Peripherie, zahlreiche kleine Sklerenchymgruppen, deren Zellen im mittleren Teil des Stieles weniger stark verdickt sind als am Rande.

Was den Verlauf der Gefäßbündel betrifft, so ist nur im unteren Teil des Stieles auf der Oberseite ein im Querschnitt spitzwinkliges Dreieck frei von ihnen, während im oberen runden Stielteil zahlreiche Bündel regellos zerstreut liegen, die kleineren jedoch meist am Rande; manchmal findet auch wie in der Blattrippe eine Vereinigung zweier Bündel statt, ferner ist die Richtung, nach welcher sie ihr Xylem und Phloëm wenden eine verschiedene.

Die Gefäßbündel sind kollateral, auf dem Querschnitt fast rund und haben denselben Bau wie die großen in den Hauptrippen verlaufenden Stränge.

Den Stiel durchziehen zerstreut ungefähr 25 große, auf dem Querschnittt kreisrunde, interzelluläre Schleimgänge, welche von stärkereichen, in den Gang papillös vorgewölbten Epithelzellen ausgekleidet werden.

An Inhaltskörpern fand ich außer den bei der Blattfläche und bei dem Wassergewebe erwähnten, noch größere Raphidenschläuche von Kalkoxalat im inneren Parenchymgewebe zerstreut.

Hochblatt.

Die Mitte des weißlich gelben Blattes wird nach der Mitte zu polsterartig stark verdickt, wobei sich die dünnen Blattränder nach der Unterseite krümmen und am oberen Ende fast völlig einen Hohlraum umschließen.

Die Oberhautzellen liegen beiderseits auf der Flächenansicht in deutlichen Längsreihen, sind meist unregelmäßig polygonal und haben zarte, besonders auf der Oberseite schwach wellig verlaufende Wände; ihre Größe ist sehr verschieden, so sind diejenigen der Oberseite am Grunde des Blattes 2 bis 6 mal so lang wie breit, während sie nach der Spitze zu oft breiter als lang werden.

Auf dem Querschnitt sind die oberen Epidermiszellen etwas breiter als hoch und haben wenig verdickte, schwach vorgewölbte Außenwände und Innenwände, letztere springen manchmal im stumpfen Winkel vor; die Oberhautzellen der Unterseite sind

mehr tafelförmig mit schwach vorgewölbten Außen- und Innenwänden, meist ebenso lang als breit, seltener etwas breiter oder länger und halb so hoch wie breit. Die Kutikula ist besonders auf der Unterseite dünn.

Auf der Oberseite fand ich vielfach ungefähr 25 Zellreihen breite etwas furchenartig eingesenkte Streifen, deren Epidermiszellen vom Rand nach der Mitte der Vertiefung allmählich englumiger, ebenso lang wie breit, jedoch vielfach höher werden, sodaß sie in der Mitte die fünffache Höhe und kaum die halbe Breite der normalen Epidermiszellen haben; ihre Außenwände sind sehr stark verdickt, während die Seitenwände oft bogig verlaufen und nach dem Innern zu dünner werden.

Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten reichlich vorhanden und auf der Flächenansicht rund, sie haben meist vier Nebenzellen, doch kommt gelegentlich auch eine Verdoppelung auf einer oder zwei Seiten vor; die quer zum Spalt liegenden Nebenzellen sind stets bedeutend breiter als lang, die längsverlaufenden auf der Ober- und Unterseite verschieden, indem erstere meist etwas länger und breit, die letzteren nicht länger als der Spalt und fast quadratisch sind. Auf dem Querschnitt liegen sie in gleicher Höhe mit den Epidermiszellen; ihre Schließzellen sind dünnwandig und annähernd rund, die äußeren Kutikularhöcker etwas stärker ausgebildet als die inneren; die Nebenzellen wölben sich, die Schließzellen weit umfassend, stark in die Atemhöhle vor.

Das Mesophyll wird gebildet aus ellipsoidischen oder zylindrischen, mehr oder minder gestreckten, dünnwandigen Zellen, welche nach der Mitte zu an Größe bedeutend zunehmen; am unteren Teil des polsterartig verdickten Blattgrundes, und zwar im mittleren und unteren Mesophyll, sind die Zellwände teilweise zerknittert, teilweise ganz verschwunden, wodurch sich unregelmäßige große Interzellulargänge bilden, welche nach der dickeren Blattspitze zu anwachsen, sodaß schließlich 4 große Gänge den größten Teil des Blattinneren einnehmen, nur durch wenige Zellagen des Mesophylls voneinander und von der Oberhaut getrennt. An der ganzen Oberseite liegen subepidermal oder nur durch ein bis zwei Zellen von der Epidermis getrennt, in verschieden großen Abständen, zahlreiche, kleine Sklerenchymgruppen, während etwas tiefer im Mesophyll in größeren Abständen und geringerer Zahl große Bündel aus 30 und mehr ebenfalls mäßig verdickten Sklerenchymfasern verlaufen.

Zahlreiche verschieden große Gefäßbündel durchziehen das Blatt, und zwar an den dünneren Blatträndern in der Mitte des Mesophylls, während sie in dem dickeren zentralen Teil der Blattfläche durch die großen Interzellulargänge teilweise nach der Ober- oder Unterseite zu verschoben werden. Sie sind kollateral, auf dem Querschnitt rund und bestehen aus wenigen engen Ring-, Spiral- oder Tüpfelgefäßen, sowie mäßig verdicktem Holzparenchym; eine starke Scheide mäßig verdickter

Sklerenchymfasern umgibt das Phloëm und teilt es auch hier in zwei seitliche Gruppen.

An Inhaltstoffen fand ich vielfach, besonders unter den auffallend hohen Epidermiszellen, Schleim, ferner Kalkoxalat in Raphiden oder kleineren Kristallnadeln, jedoch keine größeren Einzelkristalle.

Staminodium.

Die Staminodien bilden sehr dünne lange Fäden von blaßgelber Farbe; ihre Oberhautzellen sind 2 bis 3mal so lang wie breit und hoch, auf dem Querschnitt 4- bis 5eckig mit vorgewölbten Außenwänden, sie führen meistens Schleim. Die Kutikula ist dünn und mit kleinen warzigen Verdickungen besetzt. Das innere parenchymatische Gewebe besteht aus mehr oder minder langgestreckten prismatischen, auf dem Querschnitt polygonalen Zellen von gleicher Höhe und Breite und läßt kleine dreieckige Interzellularräume erkennen.

Im Innern verlaufen 2 verhältnismäßig große Schleimgänge von demselben Bau wie diejenigen des Blattes, und zwischen diesen, in der Mitte des Staminodiums, liegt das einzige sehr kleine kollaterale Gefäßbündel.

Kalkoxalat fand ich hier nicht.

Carludovica atrovirens Wendl.

Das Blatt stammt aus dem Göttinger botanischen Garten und hat eine zweiteilige, stark auf- und absteigende Blattfläche. In dasselbe tritt eine Mittelrippe ein, verläuft bis zur Gabelung und gibt rechts und links Hauptrippen ab, welche auf der dunkelgrünen Oberseite weniger hervortreten, und denen auf der Unterseite eine größere Einbuchtung entspricht; in der Mitte zwischen je zwei dieser Rippen senkt sich die Blattfläche ziemlich tief ein und besitzt auf der Unterseite einen wenig verlängerten breiten Kiel. Die ziemlich stark verdickten Epidermiszellen der Oberseite liegen auf der Flächenansicht in deutlichen Längsreihen und sind polygonal, seltener rechteckig, ebenso lang bis doppelt so lang als breit mit schwach wellig oder bogig verlaufenden Wänden.

Auf dem Querschnitt erscheinen die Zellen 4- bis 5eckig, meist ebenso hoch wie breit und haben sehr stark verdickte Außenwände, oft bogig verlaufende Seiten- sowie vielfach im spitzen Winkel vorspringende Innenwände. An den Hauptrippen und an dem geraden, ziemlich stumpfen Blattrand werden die Zellen etwas höher, ihre Außenwände noch stärker verdickt, und dringt hier die Kutikula etwas zwischen die Seitenwände ein; an den Einsenkungen der Oberseite sind die Epidermiszellen schmal und besitzen außerordentlich weit vorgewölbte Außenwände.

Die unteren Oberhautzellen lassen auf der Flächenansicht eine Reihenanordnung nur undeutlich erkennen und sind poly-

gonal oder sehr unregelmäßig gestaltet, auch im Querschnitt erscheinen sie verschieden groß und 4- oder 5eckig; ihre mäßig verdickten Außenwände sowie ihre Innenwände sind meist schwach vorgewölbt, während die Seitenwände oft schief stehen. Unterhalb der Hauptrippen sind die Zellen unregelmäßig mit stark vorgewölbten Außenwänden, während sie an den Kielen höher und regelmäßiger erscheinen sowie dickere Außenwände zeigen. Die Kutikula ist beiderseits ziemlich dünn und auf der Unterseite mit warzigen Verdickungen versehen.

Die auf der Unterseite sehr zahlreichen, auf der Oberseite spärlich vorkommenden Stomata sind auf der Flächenansicht rund und haben 2 mäßig längsgestreckte seitliche und 2 quer zum Spalt liegende Nebenzellen von gleicher Höhe und Breite; auf dem Querschnitt zeigen die Schließzellen eine annähernd runde Form und dickere Außen- und Innenwände sowie gleichmäßig stark entwickelte äußere und innere Kutikularhöcker. Trichomgebilde sind nicht vorhanden.

An die Epidermis der Oberseite schließt sich ein 1-, seltener 2reihiges Wassergewebe an, und besteht dasselbe aus etwas verdickten prismatischen, auf dem Querschnitt polygonalen Zellen, welche meist doppelt so lang wie breit und hoch sind; an mehreren Stellen der Blattfläche und an den Rippen erscheinen diese Zellen auffallend kleiner, während sie an den oberen Einsenkungen ebenso lang wie breit, aber doppelt so hoch und kollenchymatisch verdickt werden, sowie vielfach wellig verlaufende Seitenwände zeigen; öfters konnte ich eine Querteilung dieser Zellen beobachten. In sehr unregelmäßigen Abständen liegen subepidermal kleine Gruppen aus 2 bis 6 ziemlich stark verdickten Sklerenchymfasern; zahlreicher finden sich derartige Faserbündel unmittelbar unter den oben erwähnten kleinen Wassergewebszellen und bilden anderseits an den Hauptrippen und am Rande des Blattes je einen größeren 3 bis 4 Zellagen starken Belag, während sie an den Einbuchtungen der Oberseite ganz fehlen.

Das Assimilationsgewebe besteht aus 4 Reihen chlorophyllreicher Palisadenzellen und ungefähr 10 Reihen weniger Chlorophyll führender Schwammparenchymzellen; erstere sind prismatisch und 2 bis 4mal so hoch wie breit und lang; nach der Mitte des Mesophylls zu werden sie etwas niedriger; in den Rippen erscheinen sie etwas schmäler und weniger hoch, an den Einsenkungen dagegen breiter und chlorophyllarm, während sie am Blattrande eine regelmäßige polyëdrische Form annehmen. Die Schwammparenchymzellen besitzen auf dem Querschnitt eine runde oder elliptische, etwas in die Breite gestreckte Gestalt und erscheinen auf dem Längsschnitt meist doppelt so lang wie breit; an den kielartigen Vorwölbungen der Unterseite schließen sie lückenlos aneinander und werden prismatisch sowie doppelt so lang wie breit und hoch. Zwischen den untersten drei Zelllagen verlaufen in verschiedenen, aber kleineren Abständen als auf der Oberseite selten einzelne, meist zu Gruppen von 2 bis 6 vereinigte, ziemlich stark verdickte Sklerenchymfasern, welche

an der Unterseite der oberen Einsenkung größere Bündel bilden, dagegen unterhalb der Hauptrippen sowie unmittelbar unter der Epidermis der Unterseite fehlen. In der Mitte des Mesophylls liegen zwischen zwei Hauptrippen 10 bis 16 meist sehr kleine Gefäßbündel, in den ersteren fand ich in der Nähe der Blattspitze nur je einen großen Fibrovasalstrang, dagegen zeigte ein mehr durch die Blattmitte geführter Querschnitt über diesem großen meist noch ein kleines Bündel mit entgegengesetzt gerichtetem Xylem, während tiefer an der Basis des Blattes sich mit dem größten Gefäßstrang oft noch zwei kleinere Bündel mit ihren Sklerenchymscheiden seitlich vereinigt hatten und von einer gemeinsamen Scheide umgeben waren, an welche sich oberhalb noch ein sehr kleines Bündel anschloß. Die Gefäßbündel sind sämtlich kollateral und auf dem Querschnitt rund; die kleinsten Bündel haben eine rings geschlossene 1 bis 2 Zelllagen breite Scheide aus ziemlich stark verdickten Sklerenchymfasern; bei den größeren Fibrovasalsträngen wird das Xylem bedeutend größer und die Scheide des Siebteiles stärker, indem ihre Fasern gleichzeitig das Phloëm in zahlreiche Gruppen teilen; in den größten Bündeln endlich bildet das Xylem den Hauptbestandteil und wird seitlich sowie nach unten von Sklerenchym mit eingestreuten Siebteilen umgeben, während zwei größere Phloëmgruppen seitwärts mehr nach der Oberseite zu sich finden. In ihrer sonstigen Ausbildung zeigten die Gefäßbündel keine Abweichungen.

Im Mesophyll fand ich zahlreiche Raphidenbündel mit großen Nadeln in ziemlich langgestreckten, auf dem Querschnitt runden Schläuchen.

Blattstiel.

Untersucht wurde ein mittleres Stück mit stark eingesenkter Oberseite. Seine Epidermiszellen liegen beiderseits, von der Fläche gesehen, in Längsreihen, doch kommt hierin vielfach eine Störung durch schiefstehende Querwände vor; sie sind polygonal, ziemlich schmal und 2 bis 8 mal so lang wie breit; diejenigen der Unterseite haben bedeutend dickere Wände und erscheinen auf dem Querschnitt 4- oder 5eckig, meist doppelt so hoch wie breit, mit sehr stark kutikularisierten geraden Außenwänden, deren Kutikula zapfenartig bis zu einem Drittel zwischen die Seitenwände eingreift, und oft im spitzen Winkel vorspringenden Innenwänden; die Epidermiszellen der Oberseite sind auf dem Querschnitt ebenso hoch wie breit und 4- oder 5eckig mit allseitig mäßig verdickten Wänden. Die Kutikula ist hier überall ziemlich dünn und glatt.

Die auf beiden Seiten in mäßiger Zahl vorkommenden Spaltöffnungen zind auf der Flächenansicht lang elliptisch mit 2 sehr gestreckten seitlichen und 2 kürzeren, quer zum Spalt liegenden Nebenzellen; auf dem Querschnitt werden die letzteren nach innen zu breiter. Wie bei den früher beschriebenen Arten besteht auch hier das Grundgewebe aus prismatischen, auf dem

Querschnitt polygonalen, mehr oder minder langestreckten Zellen, welche nach der Mitte zu annähend zylindrisch, größer und dünnwandiger werden sowie auf dem Querschnitt dreieckige bis polygonale Interzellularen bilden. Die äußersten beiden Zellagen führen wenig Chlorophyll, und erscheinen ihre Zellen auf der Unterseite meist etwas höher als breit, während die subepidermalen Zellen der Oberseite bis zur doppelten Höhe gestreckt sind und durch Querteilung Phellogen gebildet haben; auch die Zellen der drei nächsten oberen Lagen erreichen oft ebenfalls die doppelte Höhe ihrer Breite. Die äußeren 6 bis 10 Zellenreihen führen beiderseits Chlorophyllscheiben, welche auf der Unterseite zahlreicher und größer sind als auf der Oberseite, während die innersten Zellen große ovale oder runde Stärkekörner enthalten.

Auf der Unterseite liegen, von der 5. bis 25. Zellage zerstreut, zuerst kleine, dann recht große, auf dem Querschnitt annähernd runde Bündel mäßig verdickter Sklerenchymfasern, und sind erstere nur durch wenige Parenchymzellen voneinander getrennt; auf der Oberseite erscheinen diese Gruppen kleiner und weniger zahlreich, während sie im inneren Gewebe vollständig fehlen. Was die Anordnung der vielen Gefäßbündel betrifft, so konnte ich hier einen scharf begrenzten bündelfreien dreieckigen Teil nicht beobachten, sondern fand sie etwas von der Oberseite abgerückt, regellos zerstreut. Nach der Unterseite hin nehmen sie an Größe etwas ab, sodaß ganz unten sehr kleine Bündel verlaufen. Änliche sehr kleine Bündel liegen auch in sehr geringer Zahl auf der Oberseite über den großen Gefäßsträngen und richten ihr Xylem meist nicht nach der Oberseite. Während die Zusammensetzung der Fibrovasalstränge im wesentlichen mit derjenigen der großen Blattbündel übereinstimmt, weichen sie inbezug auf ihre Scheide dadurch ab, daß die Fasern des starken Phloëmbelags im Innern des Bündels viel dickwandiger sind, nach dem Rande hin schwächer und großlumiger werden und so in die geschlossene dünnwandige Scheide übergehen, welche auf der Xylemseite aus ungefähr 2 Reihen durchweg dünner, ziemlich weiter Sklerenchymzellen besteht.

Je nach der Höhe des geführten Querschnittes fand ich in dem vorliegenden Stielstück zerstreut 5 bis 10 runde Schleimgänge, deren Querschnitt bedeutend kleiner als derjenige der Gefäßbündel war.

An Kalkoxalat waren besonders auf der Oberseite sehr zahlreiche Bündel kleiner Kristallnadeln, seltener große Raphidenschläuche vorhanden; ferner fanden sich, ebenfalls der Oberseite genähert, mehrere Gruppen aus 3 bis 20 völlig mit Schleim erfüllter Parenchymzellen.

Carludovica lancifolia. Hort. Heidelbg.

Das Blatt ist bis über die Mitte in zwei lanzettliche Hälften gespalten, deren Fläche ziekzackförmig gefaltet ist, wodurch

regelmäßig abwechselnde Aus- und Einbuchtungen entstehen. Ein gemeinsamer Nerv durchzieht das Blatt bis zur Gabelung und gibt seitlich die Hauptnerven ab.

Die Epidermiszellen sind auf der Flächenansicht in deutliche Längsreihen angeordnet, diejenigen der Oberseite meist hexagonal mit schwach wellig oder bogig verlaufenden Wänden und 2 bis 4mal so lang wie hoch und breit; auf dem Querschnitt erscheinen sie 4- bis 5eckig mit geraden, etwas stärkeren Außenwänden sowie oft im spitzen Winkel vorspringenden Innenwänden. Die unteren Oberhautzellen sind, von der Fläche gesehen, polygonal, sehr ungleich groß, zeigen vielfach schief verlaufende Wände und haben auf dem Querschnitt eine meist 5eckige Gestalt; sie sind vielfach etwas breiter als hoch, ihre Außenwände erscheinen etwas dicker und besonders an den Ausbuchtungen weit vorgewölbt, während sie an den Einsenkungen sowie am Rande fast gerade und stärker verdickt werden, indem die Zellen hier gleichzeitig regelmäßiger und wenig höher sind. Die Kutikula ist auf der Unterseite schwächer als auf der Oberseite, wo sie keilförmig in die Seitenwände eindringt und, den äußeren Zellwänden entsprechend, wellig ist; kräftiger ist sie auf der Oberseite der Ausbuchtung, der Unterseite der Einwölbung sowie am Rande des Blattes entwickelt. Trichome fehlen.

Die von der Fläche gesehenen kreisrunden Spaltöffnungen sind beiderseits in sehr großer Zahl auf der Unterseite vorhanden und haben 4 bis 6 Nebenzellen, von denen die seitlichen in der Längsrichtung, die oberen und unteren quer gestreckt sind; gelegentlich konnte ich eine Querteilung in den Nebenzellen beobachten. Auf dem Querschnitt sind die Schließzellen annähernd rund und haben gleich starke äußere und innere Kutikularhöcker. An die Oberhaut schließt sich beiderseits ein einreihiges Wassergewebe aus ziemlich verdickten prismatischen Zellen an, welche auf dem Querschnitt polygonal sind, und deren Länge sich zur Breite und Höhe wie 1 bis 3 : 1 verhält; an der Unterseite der Ausbuchtungen sowie an den oberen Einsenkungen werden die Zellen größer und bis doppelt so hoch wie breit. Das Wassergewebe wird beiderseits unterbrochen durch die schmalen, senkrecht zur Blattfläche etwas gestreckten Atemhöhlen sowie auf der Oberseite in Abständen von 3 bis 10 Zellen durch Gruppen von 2 bis 8 mäßig verdickten Sklerenchymfasern, während sich auf der Unterseite nur sehr vereinzelte kleine Faserbündel finden; zwischen den oben erwähnten höher gestreckten Wasserzellen finden sich keine Sklerenchymfasern, dagegen bilden letztere stärkere Beläge auf den entgegengesetzten vorgewölbten Stellen. Der äußere Blattrand ist nicht befestigt, während der die Gabelung begrenzende plötzlich zugeschärfte Rand an der Schneide eine größere Sklerenchymgruppe zeigt.

Das assimilierende Gewebe besteht aus zwei Reihen chlorophyllreicher, wenig oder bis zur doppelten Breite gestreckter Palisadenzellen, welche an den Ausbuchtungen und am Blatt-

rand in polyëdrische Formen von gleicher Höhe und Breite übergehen; hierauf folgen 8 Lagen weniger Chlorophyll führender Schwammparenchymzellen, welche prismatisch, wenig längsgestreckt und auf dem Querschnitt polygonal erscheinen; an den oberen Rippen werden die Zellen der unteren Lagen größer und vielfach in die Breite gestreckt. In geringer Menge verlaufen im Schwammparenchym, einzeln oder zu zweien, mäßig verdickte Sklerenchymfasern.

Besonders an der Grenze von Palisaden- und Schwammparenchym liegen zahlreiche langellipsoidische, interzelluläre Schleimlücken; ferner fand ich im Mesophyll zerstreut größere und kleinere Raphidenschläuche sowie kleine Kristallnadeln von Kalkoxalat in Schleim führenden Zellen.

In den obersten Lagen des Schwammparenchyms verlaufen in jedem der geneigten Streifen der Blattfläche 6 bis 12 kleine Gefäßbündel, ferner liegt in jeder Einbuchtung ein größerer Strang, während in jeder stärker vorspringenden Ausbuchtung über einem großen meist noch ein oder zwei sehr kleine Bündel sich finden, die jedoch ihr Xylem vielfach nach der Unterseite richten. Sämtliche Gefäßbündel sind kollateral und auf dem Querschnitt kreisrund. Wie bei *C. Laucheana* näher ausgeführt wurde, besitzen auch hier nur die kleinsten Bündel ein zusammenhängendes Phloëm, welches von einer ungefähr 2 Zelllagen breiten, mäßig verdickten Sklerenchymscheide umgeben wird; bei größeren trennt die stärker werdende Scheide das Phloëm in mehrere Teile, welche nun seitlich vom Xylem liegen. Letzteres besitzt nur in den größeren Bündeln eine schwache Scheide aus wenig verdickten Sklerenchymfasern und enthält eine wechselnde Anzahl Ring-, Spiral- und Tüpfelgefäße, mäßig verdickte Tracheïden und dünnwandiges Holzparenchym.

Das gesamte Festigungsgewebe unterscheidet sich von demjenigen bei *C. Laucheana* durch die bedeutend schwächer verdickten Sklerenchymfasern.

Blattstiel.

Der ziemlich dünne Blattstiel ist im oberen Teil auf dem Querschnitt fast kreisrund und zeigt auf der Oberseite nur eine sehr schmale flache Rinne, während der untere Teil des Stieles eine stark konkave Unterseite besitzt (Fig. 25). Untersucht wurde ein Stück aus dem oberen Teil des Stieles. Die Oberhautzellen liegen auf der Flächenansicht in deutlichen Längsreihen, sie sind sehr schmal und 2 bis 4mal so lang wie breit; auf dem Querschnitt erscheinen sie meist vier-, seltener fünfeckig bis doppelt so hoch wie breit; ihre Außenwände sind sehr stark verdickt und auf der Oberseite nach außen vorgewölbt, die Seitenwände werden nach innen zu schwächer und stehen vielfach schief, während die Innenwände gerade erscheinen oder im spitzen Winkel vorspringen. Die Kutikula ist dünn und besitzt besonders auf der Oberseite kleine warzenartige Verdickungen. Spaltöffnungen finden sich ringsherum in mäßiger Zahl und haben auf der Flächenansicht eine

elliptische, wenig gestreckte Gestalt, ihre beiden seitlichen Nebenzellen sind sehr stark in die Länge gestreckt, während die obere und untere Nebenzelle meist nur wenig länger als breit werden; vielfach konnte ich auch hier eine Querteilung der ersteren beobachten. Auf dem Querschnitt umfassen die Nebenzellen die annähernd runden Schließzellen weit in die Atemhöhlen hinein und werden hier etwas breiter. Trichomgebilde fehlen auch hier.

Ringsherum schließt sich an die Oberhaut ohne Interzellularen ein meist zweireihiges Wassergewebe aus ziemlich dickwandigen, prismatischen Zellen an, deren Länge sich zur Breite und Höhe wie $1^1/_2$ bis 3 : 1 verhält.

Das innere Gewebe des Stieles besteht aus prismatischen Parenchymzellen, welche $1^1/_2$ bis 4 mal so lang wie breit und hoch sind, nach der Mitte zu annähernd zylindrisch, größer, dünnwandiger werden und drei- bis viereckige Interzellularen erkennen lassen. Die äußersten dieser Zellagen zeigen sehr reichen Chlorophyllgehalt, welcher bis zur 20. Reihe allmählich abnimmt; die inneren führen mittelgroße Stärkekörner.

Unter der 5. bis 8. Zellreihe liegen auf der Unterseite in Abständen von 2 bis 4 Zellen kleine bis recht große Gruppen mäßig verdickter Sklerenchymfasern, während diese auf der Oberseite zahlreicher, mehr zerstreut sich finden und gelegentlich bis an die Oberhaut herantreten. Vereinzelte kleine Gruppen aus 2 bis 6 Faserzellen sind auch vielfach tiefer im Innern vorhanden.

Ähnlich wie bei *C. Laucheana* bildet auch hier die Oberseite mit 2 Reihen von je 8 großen Gefäßbündeln ein auf dem Querschnitt rechtwinkliges Dreieck, in welchem nur dicht an der ersteren 8 kleine Bündel liegen, deren Xylem wechselnd gerichtet ist. Nach der Unterseite zu verlaufen, den Seiten des Dreiecks noch annähernd parallel, sehr zahlreiche Gefäßbündel, von denen die kleinsten an der Peripherie hinziehen. Sie haben sämtlich dieselbe Gestalt und denselben Bau wie die größten in den Faltungen des Blattes, jedoch sind die Sklerenchymscheiden bei ersteren stärker.

Auf dem Stielquerschnitt unregelmäßig zertreut finden sich ungefähr zehn kreisrunde, ziemlich enge interzelluläre Schleimgänge, die von zartwandigem Epithel ausgekleidet sind. An Inhaltskörpern konnte ich sehr lange Raphidenschläuche mit dünnen, langen Kristallnadeln beobachten.

Carludovica palmifolia H. Wendl.

Das untersuchte Blattstück stammt aus dem Göttinger botanischen Garten und zeigt eine annähernd ebene, nicht deutlich gefaltete Blattfläche, in welche am Grunde eine starke Mittelrippe eintritt und nach rechts und links Hauptrippen abgibt; diese erheben sich auf der Oberseite des Blattes mit mehr oder minder stumpfer Schneide weit empor, lassen aber die Unterseite fast eben. Zwischen je zwei dieser Rippen ist in der Mitte

nur eine sehr schwache Einbuchtung der Oberseite zu beobachten, dieser gegenüber wölbt sich die Unterseite dagegen mäßig stark vor und zeigt in unmittelbarer Nähe stets eine zweite und stärkere kielartige Erhebung.

Die Epidermiszellen liegen, von der Fläche betrachtet, besonders auf der Oberseite in deutlichen Längsreihen und haben wellig oder bogig verlaufende Wände, welche auf der Unterseite etwas dünnner und vielfach annähernd gerade erscheinen, wobei die Querwände oft schief stehen; in kurzen Abständen treten beiderseits Reihen etwas schmälerer rechteckiger und länger gestreckter Zellen auf. Im Querschnitt sind die oberen Epidermiszellen meist 5eckig und ebenso hoch wie breit, mit geraden, stark verdickten Außenwänden sowie im spitzem Winkel vorspringenden Innenwänden. An den schwachen Einbuchtungen werden die Zellen unregelmäßig, größer, und greift ihre stark verdickte Kutikula zapfenartig etwas zwischen die dünnen Seitenwände ein, während die Oberhautzellen an den Rippen und an dem geraden scharfen Rande sehr regelmäßig, wenig höher als breit sind und ebenfalls stark verdickte Außenwände haben. Die Epidermiszellen der Unterseite erscheinen auf dem Querschnitt etwas kleiner und zeigen dünnere, meist sehr schwach vorgewölbte Außenwände; unterhalb der Hauptrippen werden sie unregelmäßig mit stärker verdickten Außenwänden, deren Kutikula zapfenartig zwischen die zarten, oft wellig verlaufenden Seitenwände einspringt, dagegen werden die Oberhautzellen an den Vorwölbungen der Unterseite ein wenig höher und haben stark verdickte vorgewölbte Außenwände und kräftigere Seiten- und Innenwände. Trichomgebilde finden sich nicht vor.

Die sehr vereinzelt auf der Oberseite, zahlreich auf der Unterseite vorkommenden Spaltöffnungen sind, von der Fläche gesehen, annähernd rund und haben zwei etwas längsgetreckte, seitliche sowie 2 quer zum Spalt liegende Nebenzellen von gleicher Länge und Breite. Auf dem Querschnitt erscheinen die Schließzellen fast rund, die äußeren Kutikularhöcker etwas stärker entwickelt als die inneren und die Nebenzellen schmal, halbmondförmig.

Sowohl auf der Ober- wie Unterseite verlaufen subepidermal in Abständen von 4 bis 8 Epidermiszellen kleine Gruppen aus 2 bis 6 ziemlich stark verdickten Sklerenchymfasern, welche gelegentlich bis auf ein ganz kleines Lumen verdickt sind; sie fehlen an der Unterseite der Hauptrippen sowie an den oberen schwachen Einbuchtungen, dagegen finden sie sich zahlreicher an den unteren Vorwölbungen und als 2 bis 3 Zellagen starke größere Beläge am Blattrand und an den Hauptrippen; über den subepidermalen Sklerenchymfasern liegen die oben erwähnten regelmäßigen länger gestreckten Oberhautzellen.

Das Mesophyll läßt keine Trennung in Palisaden- und Schwammparenchym erkennen und besteht aus 7 bis 8 Zellagen, von denen die oberen 2 bis 3 Reihen etwas reichlicher Chlorophyll führen und aus polyëdrischen, selten etwas höheren Zellen

bestehen. Die nun folgenden beiden Lagen haben größere ellipsoidische, mäßig in die Länge gestreckte Zellen, während diejenigen der unteren Schichten kleiner und wenig längsgestreckt sind sowie größere Interzellularen erkennen lassen. An den Hauptrippen bilden die Zellen der 1. und 2. Lage des Mesophylls der Unterseite, an den Einbuchtungen dagegen diejenigen der Oberseite ein Wassergewebe und werden größer, bis doppelt so hoch wie breit, mit dünnen, oft wellig verlaufenden Längswänden. Im oberen Mesophyll fand ich zahlreiche, langgestreckte, auf dem Querschnitt runde Raphidenschläuche.

Zwischen je zwei Hauptrippen verlaufen, etwas der Unterseite genähert, 12 bis 24 verschieden große Gefäßbündel, ferner liegt in den Hauptrippen über einem sehr großen meist noch ein kleines Bündel mit nach der Unterseite gerichtetem Phloëm; ein ebenfalls großer Fibrovasalstrang durchzieht jede stärkere Vorwölbung der Unterseite. Sämtliche Bündel sind auf dem Querschnitt kollateral und kreisrund, sie gleichen inbezug auf die Zusammensetzung ihres Xylems und Phloëms sowie auf die Trennung des letzteren in zahlreiche kleine Gruppen durch Sklerenchymfasern den vorher beschriebenen Arten. Auffallend ist hier die rings geschlossene Scheide, welche dadurch zustande kommt, daß sich die unmittelbar seitlich und oberhalb an das Bündel angrenzenden Parenchymzellen U-förmig stark verdickt haben; diese Zellen lassen große elliptische Poren erkennen. Die Sklerenchymfasern der Phloëmscheide sind auf dem Querschnitt klein, sehr stark verdickt und runden sich vielfach ab, während sie auf der Xylemseite viel größer, weitlumiger und auf dem Querschnitt polygonal erscheinen.

Blattstiel.

Der Blattstiel zeigt im oberen Teil eine annähernd gerade Oberseite, welche nach der Basis zu sich immer mehr einsenkt (Fig. 24). Seine Oberhautzellen haben gerade und stärker verdickte Wände als diejenigen der Blattfläche und liegen auf der Flächenansicht in deutlichen Längsreihen, gelegentlich kommt jedoch durch schief stehende Querwände eine Störung dieser Reihenanordnung vor; sie sind annähernd reckteckig, sowie $1^1/_2$ bis 4mal so lang wie breit. Die Epidermiszellen der Oberseite waren meist durch Korkbildung abgeworfen; diejenigen der Unterseite sind auf dem Querschnitt 4- bis 5eckig, selten etwas höher als breit, mit stark verdickten, mäßig vorgewölbten Außenwänden und geraden oder im spitzen Winkel vorspringenden Innenwänden. Spaltöffnungen finden sich in geringer Zahl und sind denen der Blattfläche gleich.

Das parenchymatische Grundgewebe besteht auch hier aus prismatischen, auf dem Querschnitt polygonalen Zellen, deren Länge sich zur Höhe und Breite wie 1 bis 4 : 1 verhält; sie werden nach dem Inneren zu bedeutend größer, dünnwandiger und lassen besonders in dem mittleren, mehr nach der Oberseite

zu gelegenen Teil oft sehr große, auf dem Querschnitt polygonale Interzellularen erkennen, während die äußersten Zellen fast lückenlos aneinander schließen. Die auf die Oberhaut folgenden ungefähr 10 Zellagen führen Chlorophyll, während die inneren Stärkekörner enthalten; in den ersteren liegen zerstreut verschieden große Sklerenchymgruppen.

Auch hier bilden 2 Reihen Gefäßbündel mit der Oberseite ein stumpfwinkliges Dreieck, dessen Spitze bis über ein Drittel des Stieldurchmessers reicht, und dessen Seiten von je 10 Gefäßbündeln begrenzt werden; nach der Unterseite zu verlaufen zahlreiche verschieden große Gefäßstränge, welche nur unvollkommen den Dreiecksseiten parallele Reihen bilden. In ihrer Form und Zusammensetzung stimmen die Fibrovasalstränge im allgemeinen mit den größten Bündeln in den Hauptrippen der Blattfläche überein und unterscheiden sich nur dadurch, daß hier die benachbarten Parenchymzellen nicht wie dort verdickt sind.

Im Blattstiel fand ich 6 Schleimgänge, welche je 3 rechts und links gegen die Unterseite einen spitzen Winkel bildeten, auf dem Querschnitt rund und bedeutend größer als die Gefäßbündel waren. Die Parenchymzellen des Grundgewebes enthielten, besonders nahe der Oberseite, oft Schleim und kleine Raphidenbündel.

Carludovica humilis Poepp.

Das untersuchte Blatt, welches ich aus dem Göttinger botanischen Garten erhielt, zeigt an der Basis einen Hauptnerv, der am Grunde rechts und links je einen Nebennerv abzweigt; während ihres Verlaufes im Blatte teilen sich diese 3 Nerven in kurzen Entfernungen mehrfach auf gleiche Weise. Die kleinen Blattrippen treten in regelmäßigen Abständen abwechselnd stärker und schwächer nur auf der Unterseite des Blattes vor (Fig. 8).

Die Epidermiszellen liegen in deutlichen Längsreihen, diejenigen der Oberseite sind verschieden groß, polygonal, annähernd rechteckig und meist $1^1/_2$ bis 4 mal so lang wie breit, mit oft schief stehenden Querwänden; auf dem Querschnitt erscheinen sie 5 eckig, seltener 4 eckig und haben mäßig stark verdickte, fast gerade Außenwände. Neben den stärkeren Rippen werden einige Epidermiszellen der Oberseite bis zur dreifachen Breite hochgestreckt, und springt hier ihre Kutikula zapfenartig etwas zwischen die Seitenwände ein; dagegen sind die Zellen oberhalb der schwächeren Rippen etwas kleiner als gewöhnlich und fast durchweg auf dem Querschnitt 4 eckig. An dem ziemlich scharfen Blattrand erscheinen die Oberhautzellen vielfach etwas höher als breit und haben allseits stärker verdickte Wände. Die Unterseite des Blattes ist sehr uneben, ihre Oberhautzellen zeigen auf der Flächenansicht und auf dem Querschnitt in Gestalt und Größe auffallende Unregelmäßigkeit, welche noch dadurch er-

höht wird, daß vielfach die Zellwände verdickt sind und sich Membranlamellen in den verschiedensten Formen von ihnen teilweise losgelöst haben (Fig. 2); ferner fand ich öfters, daß die Epidermiszellen von unten her zusammengedrückt waren, sodaß die Innenwände mit ihrer Mitte die Außenwände berührten. An den stark vortretenden Rippen sind die Zellen regelmäßiger, etwas höher als breit mit weit vorgewölbten und stark verdickten Außenwänden.

Vielfach fand ich auf der Flächenansicht der unteren Oberhautzellen, daß ihre Außenwände mit der Kutikula spaltenförmige Risse zeigen, von welchen an der Innenseite der Wände bei Behandlung mit Chlorzinkjod blau erscheinende, oft verzweigte Spalten ausgehen (Fig. 1). Zahlreiche Epidermiszellen enthalten Schleim; Trichome sind nicht vorhanden.

Die auf der Oberseite vereinzelt, auf der Unterseite sehr zahlreich vorkommenden Spaltöffnungen sind auf der Flächenansicht elliptisch, wenig in der Längsrichtung des Blattes gestreckt und haben 4 Nebenzellen, von denen die quer zum Spalt liegenden polygonal und meist etwas breiter wie lang sind, während die seitlichen auf der Oberseite wenig länger als die Schließzellen, auf der Unterseite dagegen in dem Verhältnis ihrer Länge zur Breite sehr unregelmäßig erscheinen. Auf dem Querschnitt zeigen ihre Schließzellen ein dreieckiges Lumen, dessen breite Seite an die Nebenzellen grenzt, sowie stärker verdickte Außen- und Innenwände; ihre Kutikularhöcker sind gleichmäßig kräftig entwickelt.

Das Mesophyll läßt nur eine Trennung in 4 obere chlorophyllreiche und 5 bis 6 untere chlorophyllärmere Zellagen zu; erstere bestehen aus polyëdrischen ungleich großen Zellen, welche oft etwas tiefer als breit und lang sind. Unter den vorher erwähnten auffallend höheren Epidermiszellen der Oberseite werden die Zellen der 2. und 3. Lage bis zur doppelten Breite hochgestreckt, nach innen zu breiter und enthalten nur wenig Chlorophyll.

Subepidermal, seltener etwas tiefer im Innern, verlaufen auf der Oberseite dicht gedrängt zahlreiche Sklerenchymgruppen aus ziemlich stark verdickten Zellen, gelegentlich auch nur einzelne Fasern; sie fehlen an den eben beschriebenen tiefen Zellen, dagegen bilden sie oberhalb der Rippen stärkere Beläge.

Die Zellen des unteren Mesophylls sind meist ellipsoidisch, in die Breite oder Länge gestreckt, seltener annähernd rund; diejenigen der untersten Lage sind oft sehr unregelmäßig und zeigen dieselben Verdickungen und losgelösten Membranlamellen wie die unteren Oberhautzellen. Rechts und links von den kleineren Rippen sind mehrere Zellen der letzten und vorletzten Reihe doppelt so hoch wie breit und lang und als Wassergewebe anzusehen.

Teils subepidermal, teils mehr im inneren Gewebe finden sich auch auf der Unterseite spärlich kleine Sklerenchymgruppen; an den Rippen sind ebenfalls nur wenige Fasern zu beobachten.

Sehr zahlreich liegen im Mesophyll zerstreut in meist etwas größeren Zellen und im Wassergewebe kleinere Raphidenbündel, ferner mehr oder minder langgestreckte auf dem Querschnitt runde Raphidenschläuche.

Was die Verteilung der Gefäßbündel betrifft, so verläuft in den auf der Unterseite besonders weit vorspringenden Rippen je ein großes Bündel, welches nur durch 2 Mesophyllzellagen von der unteren Epidermis getrennt ist und daher fast ganz in der Wölbung liegt; zwischen je 2 dieser Rippen findet sich ein ebenso großer Fibrovasalstrang, welcher mehr der Oberseite genähert ist und von der Unterseite, welche hier weniger vortritt, ebenfalls nur durch 2 Zellagen getrennt ist; zwischen diesen erwähnten größeren Gefäßsträngen durchziehen je ein mittelgroßer und eine wechselnde Zahl sehr kleiner Fibrovasalstränge, der Unterseite genähert, das Mesophyll. Sie sind sämtlich kollateral und auf dem Querschnitt kreisrund; die kleinsten Bündel zeigen eine 2reihige Phloëmscheide aus stark verdickten Fasern und eine einreihige Xylemscheide aus weniger dickwandigen Zellen; bei größeren Bündeln tritt eine Trennung des Phloëms in mehrere Teile durch zwischengelagerte Sklerenchymfasern in gleicher Weise ein, wie ich es des öfteren früher beschrieben habe, auch rücken hier die großen Gefäße nach dem Phloëm vor und werden teilweise von Faserzellen umgeben. In den größten Bündeln ist das Xylem nur schwach ausgebildet und springt keilförmig nach unten in den Sklerenchymkomplex, welcher den größten Teil des Bündels einnimmt und zerstreut zahlreiche sehr kleine Phloëmpartieen einschließt, ein und enthält mäßig verdickte Gefäße; außer letzteren finden sich noch einige größere Tracheen in dem Sklerenchym zerstreut. Die Fasern dieser kräftigen Phloëmscheide sind stark verdickt, englumig und lassen öfters spaltenartige Interzellularen zwischen sich frei.

Blattstiel.

Der untersuchte Blattstiel ist auch hier in seinem oberen Teil rund und zeigt nach dem Grunde hin eine zunehmende Einsenkung seiner Oberseite.

Die Epidermiszellen der eingebuchteten Oberseite waren zum größten Teil durch Korkbildung abgeworfen; wo sie erhalten blieben, sind sie auf der Flächenansicht in Längsreihen angeordnet, polygonal und 3 bis 6 mal so lang wie breit und hoch, mit mäßig stark verdickten Wänden. Im oberen runden Stielteil ist die Längsreihenanordnung der Oberhautzellen öfters durch schief stehende Querwände gestört, die einzelnen Zellen sind polygonal, seltener rechteckig und ungleich groß, meist ebenso lang bis doppelt so lang wie breit und verhältnismäßig schmal; auf dem Querschnitt erscheinen sie 4- bis 5 eckig und $1^1/_2$ bis 2 mal so hoch wie breit, mit weit vorgewölbten Außenwänden, welche besonders in ihrer Mitte stark verdickt sind. Häufig werden mehrere Oberhautzellen durch unter ihnen liegende größere Schleimzellen über die benachbarten emporgehoben und

sind niedrig, oft auf der einen Seite höher als auf der anderen, wodurch eine sehr unebene Oberfläche entsteht.

Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten in mäßiger Zahl, ihre seitlichen Nebenzellen sind durchweg länger als die Schließzellen; im übrigen aber zeigen die Stomata denselben Bau wie diejenigen der Blattfläche.

Das Grundgewebe des Stieles besteht aus prismatischen, auf dem Querschnitt polygonalen oder zylindrischen Zellen, letztere sind in den äußeren Lagen der Unterseite 2 bis 4 mal so lang wie breit und hoch, zeigen sehr kleine dreieckige Interzellularräume und enthalten Chlorophyll; nach innen zu werden sie größer und nur selten über die doppelte Breite hinaus längsgestreckt, sie sind etwas dünnwandiger, lassen größere 3- oder 4 eckige Interstitien erkennen und führen wenig kleinkörnige Stärke; in der Nähe der Oberseite erscheinen die Zellen wieder etwas kleiner, rundlich oder ellipsoidisch, wenig in die Länge gestreckt und chlorophyllhaltig.

An der Oberseite finden sich bis zur 40. Zellreihe zerstreut sehr zahlreiche kleine und mittelgroße Fasergruppen, weiter liegen sonst dicht unter der Epidermis bis zur 6. Zellage zerstreut zahlreiche kleine Gruppen aus 2 bis 15 mäßig stark verdickten Sklerenchymfasern, seltener einzelne Faserzellen; darauf folgen in Abständen von nur wenigen Parenchymzellen sehr große Sklerenchymbündel und zwischen den nächsten 6 Zellreihen noch wenige sehr kleine Sklerenchymgruppen, während tiefer im Innern noch ein einziges ziemlich großes, auf dem Querschnitt rundes Sklerenchymbündel sich findet.

Hinsichtlich der Anordnung der Gefäßbündel, zunächst in dem unteren Stielteil mit konkaver Oberseite, ist zu bemerken, daß hier durch die Oberseite und jederseits 15 große, dicht zusammenliegende Bündel ein annähernd rechtwinkliges Dreieck gebildet wird, dessen Spitze bis über ein Drittel des Stieldurchmessers reicht; in diesem Dreieck liegen 5 sehr kleine und ein etwas größeres Bündel, deren Phloëm meist nach der Oberseite zu gerichtet ist. Nach der Unterseite zu verlaufen weniger dicht und regellos zerstreut zahlreiche Fibrovasalstränge, von denen die kleinsten dem Rande am nächsten hinziehen. An dem oberen annähernd runden Stielquerschnitt bilden oben erwähnte 30 Bündel ein **U**, innerhalb dessen 13 kleine und 2 etwas größere Stränge mit wechselnder Richtung ihres Xylems sich finden.

Die das rechtwinklige Dreieck begrenzenden Bündel haben auf dem Querschnitt eine ovale Gestalt mit der Oberseite zugewandtem schmaleren Ende, während die übrigen stets rund sind. In ihrem Bau unterscheiden sie sich von den großen Bündeln der Blattfläche durch das größere Xylem, ferner durch die weniger stark verdickten Fasern der Phloëmscheide, welche nach außen zu dünnwandiger werden; auch sind die großen Gefäße nicht so stark durch Sklerenchym isoliert.

Im Stiel zerstreut fand ich 30 bis 35 interzelluläre Schleimgänge von dem gewöhnlichen Bau, welche auf dem Querschnitt etwas kleiner als die Gefäßbündel sind.

An Inhaltskörpern ist neben Schleim reichlich Kalkoxalat vorhanden, und zwar liegen außer den oben erwähnten subepidermalen kleinen Raphidenbündeln noch besondes zahlreich, an der Oberseite zerstreut, größere Bündel aus dünnen Nadeln in mehr oder minder langgestreckten Zellen sowie in geringerer Zahl verschiedene große Oktaëder und Anfangsbildungen von Drusen.

Carludovica Moritziana Klotzsch.

Die Blattfläche ist bis über die Mitte gabelförmig geteilt sowie auf- und absteigend gefaltet (Fig. 3 und 4); ihre Unterseite erscheint ziemlich dunkelgrün.

Die Epidermiszellen liegen auf der Flächenansicht in deutlichen Längsreihen, sind verschieden groß und gelegentlich durch eine Längswand geteilt. Auf der Oberseite erscheinen dieselben rechteckig oder polygonal und 1 bis 3 mal so lang wie breit mit schwach wellig oder bogig verlaufenden Wänden, auf dem Querschnitt 4- bis 5 eckig, manchmal ein wenig breiter als hoch, mit stark verdickten geraden Außenwänden, vielfach schief stehenden Querwänden und oft im Winkel vorspringenden Innenwänden. An den Rippen werden sie gleichmäßig groß, an dem stumpfen geraden Rande wenig höher als breit und zeigen hier wie dort stärker verdickte Außenwände; an den Einbuchtungen springen die kutikularisierten Außenwände der sehr unregelmäßigen Zellen keilartig zwischen die Seitenwände ein.

Die unteren Oberhautzellen sind sehr unregelmäßig an Form und Größe, jedoch verlaufen auf der Flächenansicht in verschieden großen Abständen 2 bis 3 Reihen regelmäßiger meist rechteckiger, 3 bis 4 mal länger als breiter Zellen; auf dem Querschnitt erscheinen die Epidermiszellen der Unterseite 4- bis 5 eckig, oft etwas breiter als hoch, mit schwach vorgewölbten Außenwänden, an den Ausbuchtungen dünnwandig, größer, mit stark vorgewölbten, wenig verdickten Außenwänden, während sie an den Einbuchtungen etwas höher sind und kräftige, fast gerade Außenwände zeigen. Die Kutikula ist dünn und auf der Unterseite mit kleinen warzigen Erhebungen besetzt. Trichome fand ich nicht vor.

Die Spaltöffnungen liegen auf beiden Seiten, sehr zahlreich auf der Unterseite und haben auf der Flächenansicht eine elliptische wenig in der Längsrichtung des Blattes gestreckte Form. Ihre beiden seitlichen Nebenzellen sind stets stärker längsgestreckt als die Spaltöffnung, während die obere und untere Nebenzelle meist etwas breiter als lang erscheinen; an letztere schließt sich fast stets noch je eine gleich gebaute Zelle an. Auf dem Querschnitt sind die Schließzellen rund und werden von den Nebenzellen wenig weit umfaßt.

Auf die Epidermis der Oberseite folgt ein 1-, seltener 2 schichtiges Wassergewebe aus verschieden großen, ziemlich

dickwandigen prismatischen Zellen, welche $1^{1}/_{2}$ bis 3 mal so lang wie breit und auf dem Querschnitt polygonal sind. An den Einsenkungen werden diese Zellen größer, dünnwandiger und bilden stets zwei Lagen, während sie an den Ausbuchtungen sich verkleinern. Nur an wenigen Stellen der Blattfläche, ferner am äußersten Blattrand sowie an den stark vorspringenden Hauptrippen wird das Wassergewebe von kleinen Gruppen mäßig stark verdickter Sklerenchymfasern unterbrochen.

Das assimilierende Gewebe läßt nur eine schwache Trennung in einen oberen chlorophyllreichen und einen unteren chlorophyllarmen Teil erkennen, ersterer besteht aus drei, in den Einbuchtungen nur aus 1 bis 2 Lagen regelmäßig polyëdrischer, seltener etwas in die Höhe gestreckter Zellen, während letzterer 6 bis 7 Lagen stark ist, und seine Zellen auf dem Querschnitt elliptisch, mehr oder minder breit gestreckt, auf dem Längsschnitt annähernd rechteckig $1^{1}/_{2}$ bis 2 mal so lang wie breit sind. Vielfach finden sich in der äußersten Lage chlorophyllfreie Zellen, so am Rande und besonders in den Ausbuchtungen, wo sie gleichzeitig größer und höher werden. In verschieden großen Abständen verlaufen auf der Unterseite subepidermal kleine Gruppen aus 2 bis 6 mäßig stark verdickten Sklerenchymfasern: an den unteren Faltungskanten liegen sie dichter, an den Ausbuchtungen sowie an wenigen anderen Stellen finden sie sich zwischen der vor- und drittletzten Lage des Assimilationsgewebes. Die subepidermalen Fasern entsprechen den oben erwähnten Reihen regelmäßiger Oberhautzellen.

In der Mitte des Mesophylls durchziehen die geneigten Längsstreifen der Blattfläche je 5 bis 12 verschieden große Gefäßbündel, ferner führen die auf der Unterseite vorspringenden Einbuchtungen vielfach etwas seitlich einen großen Fibrovasalstrang, während in den auf der Oberseite stark vortretenden Hauptrippen über einem sehr großen vielfach noch ein kleiner Gefäßstrang verläuft, dessen Xylem stets nach der Unterseite zu liegt. Die vorher angeführten subepidermalen Sklerenchymfasern der Oberseite finden sich immer oberhalb mittelgroßer Bündel. Sämtliche Gefäßbündel sind kollateral und auf dem Querschnitt kreisrund, ihre Phloëmscheiden sind viel stärker entwickelt als diejenigen des Xylems: ihr sonstiger Bau ist demjenigen bei *C. lancifolia* gleich.

Wie bei letztgenannter Art liegen auch hier auf der Grenze von Palisaden- und Schwammparenchym etwas langgestreckte, auf dem Querschnitt runde interzelluläre Schleimlücken.

Im Mesophyll fand ich vielfach zerstreut einzelne mit Schleim erfüllte Zellen, ferner mehr oder minder langgestreckte Raphidenschläuche, so besonders große am Blattrand.

Blattstiel.

Das zur Untersuchung vorliegende Stielstück zeigt eine konkave Oberseite (Fig. 26). Seine Oberhautzellen liegen auf der Flächenansicht in deutlichen Längsreihen und sind schmal, 3 bis

6mal so lang wie breit. Auf dem Querschnitt erscheinen diejenigen der Unterseite etwas höher als breit, 4- oder 5eckig, mit stark verdickten, vorgewölbten Außenwänden, oft schief stehenden Seitenwänden und häufig im spitzen Winkel vorspringenden Innenwänden; gelegentlich kommen breitere und niedrigere tafelförmige Zellen vor, welche über die benachbarten Oberhautzellen vorragen. Die oberen Epidermiszellen waren teilweise durch unter ihnen gebildetes Phellogen abgeworfen; soweit vorhanden, erschienen sie auf dem Querschnitt ebenso hoch wie breit, 4- oder 5eckig mit weniger dicken annähernd geraden Außenwänden und oft im spitzen Winkel vorspringenden Innenwänden.

Die in geringer Zahl vorkommenden Spaltöffnungen haben im allgemeinen denselben Bau wie diejenigen der Blattfläche, jedoch sind hier besonders ihre seitlichen Nebenzellen stärker in die Länge gestreckt. Trichome fehlen auch hier.

Das Innere des Stieles wird von einem parenchymatischen Gewebe gebildet, dessen äußere Zellen mit Ausnahme derjenigen der konkaven Oberseite prismatisch und 4- bis 6mal so lang wie breit und hoch sind sowie mäßig verdickte Wände haben, während die Zellen nach innen vielfach größer, dünnwandiger, annähernd zylindrisch und nur bis doppelt so lang wie breit werden sowie oft sehr große auf dem Querschnitt polygonale Interzellularen frei lassen. Nach der Oberseite zu erscheinen die Zellen wieder wenig kleiner, ziemlich dünnwandig und wenig langgestreckt. Die ungefähr 15 äußeren Zellreihen führen Chlorophyll, die inneren ziemlich große runde Stärkekörner. Einige an die untere Epidermis grenzende Zellen sind auffallend groß und enthalten Schleime mit Kristallnadeln von Kalkoxalat, unter diesen liegen die oben angeführten tafelförmigen emporgehobenen Oberhautzellen.

Von der 3. bis 6. Zellage ab verlaufen auf der Unterseite zerstreut sehr zahlreiche kleine Bündel ziemlich stark verdickter Sklerenchymfasern, hierauf folgt ein Ring recht großer, auf dem Querschnitt rundlicher Sklerenchymgruppen, welche durch 3 bis 8 Parenchymzellen voneinander getrennt werden. Auf der Oberseite sind die Gruppen unregelmäßiger, zahlreicher und rücken tiefer in das innere Gewebe hinein, dagegen finden sich im mittleren Teil der vertieften Oberseite nur sehr wenige kleine Faserbündel, im innersten Parenchym fehlen sie vollständig. Der Verlauf der Gefäßbündel ist derart, daß 2 Reihen aus je 8 mit der Oberseite ein auf dem Querschnitt stumpfwinkliges Dreieck bilden, dessen Inneres bündelfrei bleibt, und zu dessen Seiten annähernd parallel nach der Unterseite zu noch 3 bis 5 weitere Reihen Fibrovasalstränge verlaufen, von denen die kleinsten sich an der Peripherie hinziehen. Sämtliche Bündel sind kollateral, auf dem Querschnitt kreisrund und richten ihr Xylem nach der Oberseite; ihr Bau unterscheidet sich von demjenigen der Blattstränge nur dadurch, daß die Sklerenchymscheiden hier annähernd geschlossen sind, indem auch das Xylem einen stärkeren Belag besitzt.

Auf dem Querschnitt fand ich zerstreut 35 bis 40 runde interzelluläre Schleimgänge, welche bedeutend kleiner als die Gefäßbündel sind und dieselbe Gestalt haben wie bei den vorher beschriebenen Arten.

Kalkoxalat erscheint im inneren Gewebe spärlich als kleine Kristallnadeln, häufiger sind mit Schleim erfüllte Parenchymzellen vorhanden.

Carludovica latifolia R. et P.

Zur Untersuchung lag ein Teil eines anscheinend gefächerten Blattes aus dem Göttinger botanischen Garten vor, in welchen ein gemeinsamer Mittelnerv eintritt und seitlich die Hauptrippen abgibt; letztere springen auf der Oberseite als abgestumpfte Schneiden weit vor, während sie auf der Unterseite nur eine sehr schwache Ausbuchtung erkennen lassen. Zwischen je zwei dieser Rippen zeigt sich die Oberseite nur wenig eingesenkt; dem tiefsten Punkt dieser Einsenkung gegenüber ist ein breiter. abgeflachter und mäßig vorspringender Kiel vorhanden, der auch durch zwei weniger starke Vorwölbungen ersetzt sein kann.

Die Epidermiszellen liegen in der Flächenansicht in deutlichen Längsreihen, sie sind polygonal, meist ebenso lang wie breit, seltener wenig in die Breite oder bis zur doppelten Länge gestreckt und haben gerade Wände. Diejenigen der Oberseite sind auf dem Querschnitt 5eckig, seltener 4eckig, ebenso breit oder nur wenig breiter als hoch, mit stark verdickten, geraden Seitenwänden und vielfach im spitzen Winkel vorspringenden Innenwänden. Während sonst gelegentlich tafelförmige, weniger hohe Zellen vorkommen, werden sie an den Einbuchtungen stets größer, unregelmäßig und etwas höher, an den Rippen erscheinen sie dagegen sehr gleichmäßig, viereckig und wenig höher als breit; an dem etwas nach abwärts gerichteten, ziemlich scharfen Blattrand sind die äußersten Oberhautzellen bis zur doppelten Höhe gestreckt und nach außen etwas verbreitert. Die unteren, oft Schleim führenden Oberhautzellen haben auf dem Querschnitt verschiedene Größe und Gestalt, oft erscheinen sie ein wenig breiter als hoch, mit sehr unregelmäßig stärker verdickten, mehr oder minder vorgewölbten Außenwänden; an den Hauptrippen werden die Zellen regelmäßig, 4- seltener 5eckig, meist etwas höher wie breit und haben sehr dicke, weiter vortretende Außenwände. Die Kutikula ist beiderseits dünn und auf der Unterseite mit kurzen Leisten besetzt. Trichome sind nicht vorhanden.

Spaltöffnungen finden sich beiderseits, aber auf der Oberseite sehr spärlich und erscheinen auf der Flächenansicht annähernd rund mit 4 Nebenzellen, von denen die seitlichen wenig länger als die Spaltöffnung, die beiden quer zum Spalt liegenden meist etwas breiter als lang sind. Auf dem Querschnitt zeigen die fast runden Schließzellen stärker entwickelte äußere Kutikularhöcker.

Das Mesophyll läßt keine Trennung in Palisaden- und Schwammparenchym erkennen und besteht aus 10 bis 12 Zelllagen, von denen die obersten 3 bis 4 Reihen etwas reichlicher Chlorophyll führen und aus isodiametrischen, polyëdrischen Zellen zusammengesetzt sind, während die unteren Zellen ellipsoidisch, mehr oder minder längsgestreckt erscheinen und größere Interzellularen erkennen lassen. In den Hauptrippen werden die Mesophyllzellen von der Unterseite nach der Mitte zu allmählich bis zur doppelten Höhe gestreckt, breiter und haben zartere, oft wellig verlaufende Wände; oben sind sie prismatisch und 2 bis 3mal so lang wie breit und hoch. Auch in den oberen Einsenkungen der Blattfläche nehmen die Zellen von der Oberseite bis zur 4. Zellage allmählich an Höhe zu und zeigen zarte Wände; dagegen sind am Blattrand sämtliche Zellen einander gleich.

Teils subepidermal, teils bis zur 4. Zellage ins innere Gewebe gerückt, verlaufen beiderseits in Abständen von nur wenigen Zellen zahlreiche verschieden große Gruppen ziemlich stark verdickter, englumiger Sklerenchymfasern; größere, von nur einzelnen Parenchymzellen durchbrochene Beläge sind auf der Oberseite der Hauptrippen vorhanden, während in den oberen Einbuchtungen erst von der 4. Zellage ab kleinere Sklerenchymgruppen auftreten; am äußersten Blattrand fand ich kein Befestigungsgewebe.

Ungefähr in der Mitte des Mesophylls, etwas der Unterseite genähert, verlaufen zwischen je einer Hauptrippe und einer Einsenkung 6 bis 12 kleine Gefäßbündel; in den stark vorspringenden Rippen liegt über einem sehr großen noch ein sehr kleines Bündel, dessen Xylem nach der Unterseite zu gerichtet ist; ferner findet sich in den kielartigen Vorwölbungen der Unterseite je ein großer Fibrovasalstrang; sind 2 Vorwölbungen vorhanden, wie oben erwähnt, so ist einer dieser ohne Gefäßbündel. Die Bündel sind kollateral und auf dem Querschnitt kreisrund; ihr Xylem besitzt nur eine schwache Scheide aus wenigen, mäßig verdickten Sklerenchymfasern, während die Phloëmscheide wie bei den früher beschriebenen Arten sehr stark entwickelt ist und ihre dickwandigen, englumigen Fasern, welche nach dem Rande des Bündels hin weniger verdickt und großlumiger werden, gleichzeitig das Phloëm in viele kleine Gruppen teilen.

An Inhaltskörpern fand ich in mehreren Mesophyllzellen Schleim, ferner kleine Raphidenbündel sowie am Blattrande größere, längsgestreckte, auf dem Querschnitt runde Raphidenschläuche.

Blattstiel.

Das untersuchte Stielstück schließt sich in seiner äußeren Gestalt demjenigen von *C. palmifolia* vollkommen an.

Die Oberhautzellen liegen auf der Flächenansicht beiderseits in Längsreihen, diejenigen der Oberseite sind, soweit sie nicht

durch unterhalb gebildetes Phellogen abgeworfen waren, tafelförmig und 2 bis 6 mal so lang wie breit. Die unteren Epidermiszellen haben dicke Wände und erscheinen auf der Flächenansicht rechteckig oder polygonal sowie ebenso lang bis höchstens doppelt so lang wie breit, ihre Höhe verhält sich zur Breite wie $1^1/_4$ bis $1^1/_2:1$; die mäßig vorgewölbten Außenwände sind nach ihrer Mitte zu sehr stark verdickt, ihre ziemlich dünne Kutikula ist mit kurzen Leisten versehen und springt keilförmig zwischen die Seitenwände ein. Trichomgebilde sind hier ebenfalls nicht vorhanden, dagegen führten die unteren Epidermiszellen fast durchweg Schleim.

Die Spaltöffnungen der Unterseite sind zahlreicher als die der Oberseite, und erscheinen letztere mit ihren 4 Nebenzellen stark in die Länge gestreckt; ihr sonstiger Bau zeigt dasselbe Verhalten wie auf der Blattfläche.

Das Innere des Stieles wird von einem parenchymatischen Gewebe gebildet, dessen Zellen prismatisch, auf dem Querschnitt polygonal sowie wenig länger bis 3 mal so lang wie hoch und breit sind; nach der Mitte zu werden die Zellen annähernd zylindrisch, größer, etwas dünnwandiger und lassen 3- oder 4eckige Interzellularen erkennen. Die an die obere Epidermis grenzenden Zellen sind zur Oberfläche senkreckt gestreckt und bilden Phellogen, während diejenigen der Unterseite fast durchweg Schleim führen. Hierauf folgen ringsherum 10 bis 15 Lagen Chlorophyll führender Zellen, und zwischen diesen liegen von der 3. Zellreihe ab zerstreut zunächst kleinere, darauf ziemlich große Sklerenchymgruppen, welche nur durch wenige Parenchymzellen voneinander getrennt sind und aus ziemlich starkverdickten Fasern bestehen; kleinere Gruppen aus nur wenigen Sklerenchymzellen finden sich noch etwas tiefer im Innern des Stieles.

Die Anordnung der Gefäßbündel ist die gleiche wie bei *C. palmifolia*, jedoch bildet in dem untersuchten Stielstück der von Bündeln freie Teil der Oberseite auf dem Querschnitt ein rechtwinkliges Dreieck. Die Fibrovasalstränge sind kollateral, auf dem Querschnitt annähernd rund und zeigen denselben Bau wie die größeren Bündel der Blattrippen.

Im Stiel zertreut fand ich ungefähr 35 Schleimgänge, deren kreisrunder Querschnitt kleiner ist, als derjenige der Gefäßbündel, und deren Epithelzellen reichlich kleinkörnige Stärke führen.

Es waren auch hier Schleim- und kleine Raphidenbündel führende Zellen vorhanden, jedoch fehlten größere Raphidenschläuche.

Carludovica plicata Klotzsch.

Das untersuchte Blatt erhielt ich aus dem Göttinger botanischen Garten; es hat in seiner äußeren Form eine große Ähnlichkeit mit *C. palmifolia*. Wie dort tritt auch hier in das tief zweiteilige Blatt eine Mittelrippe ein, welche rechts und links die Hauptrippen entsendet; letztere bilden auf der Oberseite stark hervortretende stumpfe Leisten, während die Unterseite eben

bleibt, sodaß die Rippen auf dem Querschnitt oft den sechsfachen Durchmesser der Blattfläche erreichen (Fig. 11). Zwischen je 2 dieser Rippen zeigt sich in der Mitte eine sehr schwache Einsenkung der Oberseite und unmittelbar neben dieser jederseits eine geringe Vorwölbung; auf der Unterseite erscheint an dieser Stelle eine ziemlich starke, oft durch eine Längsfurche geteilte Leiste (Fig. 12). Die auf- und absteigende Faltung ist also hier nur angedeutet.

Die Epidermiszellen liegen nur auf der Oberseite in deutlichen Längsreihen und sind polygonal, ebenso lang wie breit oder etwas breiter, selten wenig länger und haben schwach wellig oder bogig verlaufende, mäßig verdickte Wände; auf dem Querschnitt erscheinen sie 4- bis 5eckig, $1^1/_2$ bis 2mal so breit wie hoch mit stark verdickten Außenwänden, deren Kutikula oft etwas zwischen die Seitenwände einspringt, und mit vielfach im stumpfen Winkel vortretenden Innenwänden. An den Hauptrippen und an dem flachen scharfen Blattrand werden die Oberhautzellen ebenso hoch oder etwas höher wie breit und besitzen stärker verdickte Außenwände und gerade Innenwände, während sie an den schwachen Vorwölbungen unregelmäßig und höher sind.

Die Epidermiszellen der Unterseite lassen auf der Flächenansicht eine Reihenanordnung kaum noch erkennen und besitzen eine sehr verschiedene Gestalt; auf dem Querschnitt sind sie 4- oder 5eckig und teils breiter, teils ebenso breit wie hoch, mit schwächer verdickten, wenig vorgewölbten Außenwänden; unterhalb der Hauptrippen werden sie sehr unregelmäßig und oft höher als breit, mit fast geraden Außenwänden; an den unteren Vorwölbungen sind die letzteren außerordentlich stark und unregelmäßig verdickt sowie weiter vorgewölbt. Die Kutikula zeigt gelegentlich kleine warzige Erhebungen. Die Oberhautzellen enthalten vielfach Schleim; Trichome fehlen.

Die auf der Oberseite nur vereinzelt, auf der Unterseite dicht gedrängt vorkommenden Spaltöffnungen sind auf der Flächenansicht annähernd rund und haben 2 seitliche, nur wenig längsgestreckte und 2 quer zum Spalt gelegene, meit breitere Nebenzellen; auf dem Querschnitt zeigen ihre Schließzellen ziemlich stark verdickte Außenwände und etwas schwächere Innenwände, welche ein dreieckiges Lumen begrenzen, sowie besser entwickelte äußere Kutikularhöcker.

Das Mesophyll läßt keine Trennung in Palisaden- und Schwammparenchym erkennen; es besteht aus 4 oberen Lagen chlorophyllreicher, regelmäßig polyëdrischer Zellen und 5 unteren Reihen ellipsoidischer, etwas längs- oder breitgestreckter Zellen. An den oberen schwachen Vorwölbungen sind die Zellen der obersten 3 Reihen bedeutend größer, bis zur doppelten Breite hochgestreckt und führen sehr wenig Chlorophyll; die gleiche Gestalt haben die untersten 3 Reihen nahe den unteren vorspringenden Leisten. Am Blattrand erscheinen die Zellen sämtlich gleich und annähernd rund.

Teils unmittelbar unter den Oberhautzellen, teils zerstreut zwischen den folgenden 3 Zellreihen liegen beiderseits einzelne oder zu kleinen Gruppen vereinigte, stark verdickte, englumige Sklerenchymfasern, welche an der Oberseite der Hauptrippen einen sehr kräftigen, an den unteren Vorwölbungen und am Blattrand schwächere Beläge bilden.

Was den Verlauf der Gefäßbündel betrifft, so finden sich in den Hauptrippen über einem großen oft noch 1 oder 2 kleinere Bündel, welche ihr Xylem nach der Unterseite richten, ferner liegt in den Erhebungen der Unterseite noch je ein ziemlich großer Fibrovasalstrang, während zwischen je 2 Hauptrippen in verschieden großen Abständen bis 12 ungleich kleinere Gefäßstränge verlaufen. Alle Gefäßbündel sind kollateral und auf dem Querschnitt kreisrund; wie bei den früher beschriebenen Arten zeigen nur die kleinsten Bündel ein zusammenhängendes Phloëm, welches umgeben ist von einer ein bis zwei Zellagen breiten Scheide ziemlich stark verdickter Sklerenchymfasern, während die Zellen der ebenso breiten Xylemscheide größer und weiter sind. Bei den größeren Bündeln nimmt die Phloëmscheide bedeutend zu, indem gleichzeitig ihre stark verdickten, ziemlich englumigen und dünnen Fasern das Phloëm mehrfach teilen. Den Hauptteil der größten Bündel bildet das Xylem, dessen zahlreiche, ziemlich große Gefäße weit nach unten liegen; es wird nach unten und seitwärts hufeisenförmig von einer sehr starken Scheide aus kräftigen Sklerenchymfasern umgeben, welche letztere einen Teil der Gefäße sowie weiter abwärts und seitlich zerstreut liegende, sehr kleine Phloëmgruppen umschließen.

Blattstiel.

Der untersuchte Blattstiel war in seinem oberen Teil rund, während nach dem Grunde hin seine Oberseite konkav erschien.

Die Oberhautzellen lassen auf der Flächenansicht eine deutliche Längsreihenanordnung erkennen, welche jedoch öfters durch schief stehende Querwände gestört wird; vielfach zeigten mehrere Zellen auch eine Anordnung in Querreihen. Am oberen runden Stielstück erscheinen sie polygonal und verschieden groß; sie sind besonders auf der Unterseite etwas länger gestreckt als diejenigen der Blattfläche, indem sich ihre Länge zur Breite wie 1 bis 3 : 1 verhält. Auf dem Querschnitt sind die Zellen 4- bis 5eckig, oft etwas höher als breit und haben besonders auf der Unterseite sehr stark verdickte gerade Außenwände, deren Kutikula keilförmig ziemlich weit zwischen die Seitenwände eindringt; gelegentlich finden sich einige niedrigere, mehr tafelförmige Zellen. Die unteren Oberhautzellen enthalten vielfach Schleim. An dem unteren Stielteil sind die Epidermiszellen der Oberseite sehr stark sklerotisch verdickt und haben kleine runde Poren sowie ein enges Lumen, während unter ihnen Phellogen gebildet ist.

Trichome sind nicht vorhanden.

Die auf beiden Seiten in mäßiger Zahl vorkommenden Spaltöffnungen zeigen nur insoweit einen Unterschied von denjenigen der Blattfläche, als ihre Nebenzellen etwas länger gestreckt erscheinen; die seitlichen sind manchmal quer geteilt. Das Grundgewebe des Stieles wird aus prismatischen Zellen gebildet, welche in den äußersten Lagen 2 bis 3mal so lang wie breit und hoch erscheinen sowie ohne Interzellularen aneinander schließen; nach der Mitte zu werden die Zellen größer, zylindrisch, höchstens zweimal so lang wie breit und lassen 3- seltener 4eckige Interzellularen erkennen. Die randständigen ungefähr 10 Zellagen enthalten Chlorophyll, die inneren verschieden große, rundliche Stärkekörner. An der Unterseite liegen selten subepidermal, meist von der zweiten Zellage ab zerstreut zuerst kleinere, darauf in weiteren Abständen voneinander größere Bündel ziemlich stark verdickter Sklerenchymfasern, welche oft durch Abrundung auf dem Querschnitt dreieckige oder spaltenförmige Interzellularen zwischen sich lassen. Weiter im Innern, bis zu $^1/_5$ des Durchmessers finden sich noch einige kleinere Sklerenchymgruppen verteilt; ebensoweit nach innen verlaufen an der Oberseite kleinere und mittelgroße Faserbündel regellos zerstreut. Einige an die untere Epidermis anstoßende Zellen, über denen die oben erwähnten tafelförmigen Oberhautzellen liegen, sind größer als die benachbarten und enthalten Schleim und Raphidenbündel. Ferner fand ich im Grundgewebe zerstreut einige etwas langgestreckte Raphidenschläuche.

Die Anordnung der zahlreichen Gefäßbündel ist derartig, daß an einem tiefgeführten Querschnitt 18 große Gefäßbündel einen zwischen den Kanten der Oberseite ausgespannten, etwas stärker konkaven Bogen bilden; diesem annähernd parallel verlaufen nach der Unterseite zu ungefähr drei weitere Reihen, ferner finden sich dicht unterhalb der großen Sklerenchymgruppen noch kleine Fibrovasalstränge, während an der Oberseite über der ersten Reihe großer Gefäßbündel 12 kleine und 2 etwas größere Fibrovasalstränge liegen, deren Xylem jedoch meist nach der Unterseite zu gerichtet ist.

Ein Querschnitt durch den oberen Stielteil zeigt ein spitzwinkliges Dreieck, dessen Spitze bis zur Mitte des Stieles reicht, und welches von der Oberseite und jederseits 9 der oben beschriebenen großen Bündel gebildet wird, in ihm verlaufen in der Mitte und parallel zur Oberseite drei größere sowie dicht unter letzterer ungefähr 12 meist sehr kleine Bündel mit entgegengesetzt gerichtetem Xylem.

Sämtliche Gefäßstränge unterscheiden sich von den großen Bündeln der Blattrippen nur dadurch, daß ihre großen Gefäße nicht so weit in den Siebteil vordringen, sondern sich mehr seitlich ausbreiten, wobei sie ebenfalls von Sklerenchymfasern faßt ganz umschlossen werden; ferner ist die Phloëmscheide stärker, und ihre Fasern sind dickwandiger und englumiger. Im unteren Teil des Stieles verlaufen halbkreisförmig 7 Schleimgänge welche auf dem Querschnitt rund und bedeutend größer sind

als die Gefäßbündel; im oberen runden Stielteil liegen sie annähernd kreisförmig und zeigen mit den Fibrovasalsträngen gleiche Größe.

Ludovia crenifolia Drude.

Das Blattstück, welches ich aus dem Göttinger botanischen Garten erhielt, zeigt eine auf dem Querschnitt dreieckige Mittelrippe, deren ziemlich scharfe Kante auf der Oberseite mäßig weit vorspringt; dieselbe gibt rechts und links Seitennerven an die Blattfläche ab, von denen nur die größten eine beiderseitige gleichmäßige schwache Vorwölbung verursachen. Wenngleich von einer Faltung nicht gesprochen werden kann, so zeigt doch die Blattfläche in gewissen Abständen eine mäßige Einsenkung der Oberseite und dieser gegenüber eine stärkere kielartige Vorwölbung der Unterseite, in welcher jedoch keine Gefäßbündel liegen (Fig. 6). Zwischen je 2 dieser rinnenartigen Vertiefungen wölbt sich in der Mitte die Blattfläche auf der Oberseite nur sehr wenig und ohne Fibrovasalstränge hervor, während auf der Unterseite eine schwache Einbuchtung entsteht (Fig. 5). Der Blattrand ist stumpf und flach.

Die Oberhautzellen liegen besonders auf der Oberseite in deutlichen Längsreihen und erscheinen hier polygonal und meist ebenso lang wie breit, seltener, so auf der Unterseite und über der Mittelrippe bis doppelt so lang; auf dem Querschnitt sind die Zellen 4- bis 5eckig, ihre Höhe ist gewöhnlich der Breite gleich, nur an den auf der Unterseite vorspringenden Kielen, am Blattrand und besonders an der Hauptrippe wird sie oft doppelt so groß; ihre Außenwände sind stärker verdickt und auf der Oberseite gerade, während sie auf der Unterseite wenig, an der Hauptrippe beiderseits stark vorgewölbt erscheinen.

Die Kutikula ist beiderseits ziemlich dick, glatt und greift meist etwas zwischen die Seitenwände ein; auffallend stark ist sie in der Mitte der oberen Einsenkungen und unteren Einbuchtungen, wo sie zapfenartig sehr weit zwischen die Seitenwände der hier hohen unregelmäßig gestalteten Zellen vordringt.

Die unteren Epidermiszellen enthalten öfters Schleim.

Trichomgebilde sind nicht vorhanden.

Die besonders auf der Unterseite zahlreich vorkommenden Spaltöffnungen sind auf der Flächenansicht elliptisch bis kreisrund und haben 4 Nebenzellen, 2 seitliche ziemlich breite und etwas längsgestreckte sowie eine obere und untere Nebenzelle, welche meist ebenso breit als lang, seltener breiter sind.

Auf dem Querschnitt begrenzen die schwach verdickten Wände der Schließzellen ein kreisrundes Lumen, ihre äußeren Kutikularhöcker sind sehr stark verdickt und hakenartig gekrümmt, die inneren dagegen wenig ausgebildet.

Subepidermal verlaufen auf beiden Seiten in verschieden kurzen Abständen kleine Gruppen von 2 bis 10 außerordentlich stark verdickten englumigen Sklerenchymfasern, welche nur an

den oberen Einsenkungen und unteren Einbuchtungen fehlen; in der Nähe des Blattrandes finden sich einige kleine Fasergruppen etwas tiefer im Gewebe.

Das Mesophyll enthält 8 bis 10 Zellagen, von denen die obersten und untersten 3 bis 4 Reihen aus polyëdrischen rundlichen, selten auf der Oberseite etwas höheren Zellen bestehen, während die mittleren Mesophyllzellen größer und elliptisch in die Breite gestreckt sind; die oberen Zellagen führen reichlich, die unteren weniger und die mittleren kein Chlorophyll.

In den Einsenkungen der Oberseite und Ausbuchtungen der Unterseite werden die Mesophyllzellen nach dem Innern zu bis 2 mal so hoch wie lang und breit sowie chlorophyllarm; hier finden sich auch oft mehrere etwas langgestreckte, auf dem Querschnitt runde Schleimlücken.

Das parenchymatische Grundgewebe der Hauptrippe besteht aus prismatischen, etwas längsgestreckten, auf dem Querschnitt polygonalen Zellen, welche nach dem Zentrum zu größer und dünnwandiger werden sowie größere Interzellularen erkennen lassen. Zwischen den äußersten Chlorophyll führenden 6 bis 8 Zellagen liegen hier, besonders zahlreich auf der Oberseite, verschieden große Gruppen etwas weniger stark verdickter Sklerenchymfasern, während sich im inneren Gewebe noch mehrfach kleine Bündel aus 2 bis 6 Faserzellen vorfinden. Seitlich von diesen Blattrippen fehlen auf der Oberseite die subepidermalen Sklerenchymfasern, und werden hier die Zellen der obersten 5 bis 6 Zellagen zartwandiger und nach innen zu bis 3 mal so hoch wie breit und lang.

In der Mittelrippe verlaufen zerstreut sehr zahlreiche große Fibrovasalstränge; in der Blattfläche liegen zwischen je 2 Einsenkungen der Oberseite in der Mitte des Mesophylls meist 3 weniger große und ungefähr 10 kleine Gefäßbündel, welche sämtlich kollateral und auf dem Querschnitt annähernd rund sind.

In den größeren Bündeln nimmt das Xylem den größten Teil derselben ein, es enthält meist 1 oder 2 sehr große Gefäße und wird auf der Oberseite umgeben von wenigen schwach verdickten weiten Sklerenchymfasern; auf der Unterseite ist das Sklerenchym sehr stark ausgebildet, umgibt das Xylem halbmondförmig und besteht aus stärker verdickten engen Fasern. Das Phloëm ist sehr schwach entwickelt und nur als kleine undeutlich hervortretende Gruppen zu erkennen. In den kleinen Bündeln ist die aus weniger verdickten Fasern gebildete Sklerenchymscheide des Siebteils nicht so stark entwickelt, und tritt letzterer als 2 größere Partien deutlicher hervor. Die Zusammensetzung des Xylems und Phloëms ist die gleiche wie bei *Carludovica*.

Im unteren Teil der Rippe fand ich 2 bis 3 ziemlich große Schleimgänge von dem gewöhnlichen Bau.

An Kalkoxalat sind kleinere oder größere Raphidenbündel meist nur in den oben erwähnten hohen dünnwandigen Zellen vorhanden.

Blattstiel.

Zur Untersuchung liegt ein dickes unteres Stielstück vor, welches einen ovalen Querschnitt zeigt, dessen schmälere Oberseite ziemlich stark konkav eingesenkt ist. Die oberen Epidermiszellen liegen weniger deutlich in Längsreihen als diejenigen der Unterseite und sind polygonal, meist ebenso lang, seltener bis doppelt so lang wie breit, mit stärker verdickten und etwas vorgewölbten Außenwänden; ihre glatte Kutikula ist ziemlich stark und greift leistenartig zwischen die Seitenwände ein. Die Oberhautzellen der Unterseite sind auf der Flächenansicht unregelmäßig 6eckig und 3 bis 4mal so lang wie breit; auf dem Querschnitt haben sie eine 4- bis 5eckige Form, die doppelte Höhe ihrer Breite und allseitig stark verdickte Wände, von denen die äußeren etwas vorgewölbt sind; ihre Kutikula ist stärker als auf der Oberseite. Beiderseits enthalten die Oberhautzellen oft Schleim.

Die auf der Oberseite selten, auf der Unterseite in mäßiger Zahl vorkommenden Spaltöffnungen unterscheiden sich von denjenigen der Blattfläche durch ihre weniger breiten seitlichen Nebenzellen.

Das parenchymatische Grundgewebe besteht aus annähernd gleich gebauten Zellen wie das bei der Blattrippe beschriebene; in ihm fand ich größere und kleinere Raphidenbündel in mehr oder minder langgestreckten Zellen. Wie in der Mittelrippe des Blattes finden sich auch hier ziemlich dicht gedrängt kleine subepidermale Sklerenchymgruppen, welche auch im inneren Grundgewebe zerstreut vorkommen.

Die Verteilung der kollateralen Gefäßbündel ist ähnlich wie bei den untersuchten *Carludovica*-Arten, indem auch hier an der Oberseite ein auf dem Querschnitt dreieckiges Stück, dessen Spitze bis zu $^2/_3$ des Durchmessers reicht, frei von größeren Bündeln ist, und dessen Seiten von je 14 Fibrovasalsträngen begrenzt werden; nach der Unterseite zu verlaufen noch zahlreiche Bündel zerstreut, während dicht an der Oberseite mehrere sehr kleine Gefäßstränge hinziehen.

Die größeren Bündel sind auf dem Querschnitt oval, indem ihre Phloëmscheide breiter ist, und die Gefäße des Xylems, von denen ein besonders großes fast ganz innerhalb der Sklerenchymscheide liegt, meist in einer Reihe in der Längsrichtung des ovalen Querschnittes angeordnet sind.

Im Blattstiel verlaufen regellos zerstreut 36 auf dem Querschnitt kreisrunde, verschieden große interzelluläre Schleimgänge von dem gewöhnlichen Bau.

Abweichend von den bisher untersuchten Blattstielen fand ich hier im zentralen Gewebe große, auf dem Querschnitt runde oder elliptische, luftführende Interzellularräume, welche denen bei *Iuncus* ähnlich sind.

Anatomie der Blütenstandsstiele.

Cyclanthus cristatus Klotzsch.

Der Stiel dieses Blütenstandes, welchen ich aus dem Tübinger botanischen Garten erhielt, war von walzenförmiger Gestalt und an einer Seite abgeplattet bis schwach eingebuchtet.

Seine ziemlich dickwandigen Oberhautzellen liegen in deutlichen Längsreihen und erscheinen auf der Flächenansicht polygonal, etwa $1^1/_2$ bis 6 mal so lang wie breit; auf dem Querschnitt sind sie 4- oder 5 eckig, etwas höher als breit mit ziemlich stark verdickten, ein rundliches Lumen begrenzenden Wänden, von denen die äußeren etwas vorgewölbt sind und eine verhältnismäßig dicke, mit Längsleisten versehene Kutikula besitzen.

Die spärlich vorkommenden Spaltöffnungen sind auf der Flächenansicht elliptisch, stark in die Länge gestreckt, mit 2 seitlichen, die doppelte Länge der Schließzellen erreichenden und 2 kurzen, quer zum Spalt liegenden Nebenzellen. Auf dem Querschnitt haben die Spaltöffnungen denselben Bau wie die später zu beschreibenden bei *C. Laucheana*.

Das innere Grundgewebe besteht aus prismatischen, auf dem Querschnitt polygonalen, annähernd runden Zellen von wechselnder Größe. Die äußersten Zellen sind ziemlich dickwandig, 3 bis 5 mal so lang wie breit und hoch mit kleinen dreieckigen Interzellularen; nach der Mitte hin nehmen die Zellen an Größe bedeutend zu, werden dünnwandig, aber höchstens doppelt so lang wie breit und zeigen etwas größere, auf dem Querschnitt oft polygonale Interstitien. Einige dicht unter der Oberhaut gelegene Zellen enthielten im Zellsaft einen roten Farbstoff gelöst, welcher sich durch Alkohol auswaschen ließ; zwischen den äußersten 10 Zelllagen, welche Chlorophyll führen, liegen sehr häufig größere, etwas langgestreckte Raphidenschläuche sowie kleinere Raphidenbündel mit sehr dünnen Nadeln.

Von der 3. Zellage ab verlaufen zunächst schwächere, dann größere und schließlich wieder kleinere Gruppen mäßig verdickter Sklerenchymfasern, welche oft kleine dreieckige oder spaltenförmige Interstitien erkennen lassen; Sklerenchymbündel aus nur wenigen Zellen finden sich spärlich in dem ganzen inneren Gewebe zerstreut (Fig. 21).

Ungefähr von der 3. Zellreihe beginnend, liegen zuerst dicht gedrängt schwächere, darauf mehr zerstreut größere kollaterale Fibrovasalstränge (Fig. 21); zwischen diesen finden sich noch zahlreiche sehr junge Bündel ohne größere Gefäße. Die einzeln sich hinziehenden Gefäßbündel richten ihr Xylem gewöhnlich nach der Mitte und sind auf dem Querschnitt oval, mehr oder minder in der Richtung des Radius gestreckt; das Xylem besteht aus Ring-, Spiral- und Tüpfelgefäßen, dünnwandigem Holzparenchym sowie wenig verdickten Tracheïden und ist vielfach durch eine 1- bis 2 reihige Scheide aus ziemlich dünnwandigen Sklerenchymfasern geschützt. Die Phloëmscheide ist stets breiter und besteht aus stärker verdickten Sklerenchymfasern; auch hier wird das

Phloëm meist durch weniger verdickte bis an das Xylem herantretende Faserzellen der Phloëmscheide in zwei oder mehrere seitlich verschobene Gruppen getrennt. Sehr häufig haben sich 2 bis 4 Gefäßbündel, welche mit ihrem Sklerenchymbelag des Phloëms einander zugekehrt sind, sich derart vereinigt, daß eine zentrale Sklerenchymmasse rings umgeben wird von durch Bastfasern getrennten Phloëmgruppen und den entsprechenden Xylemteilen.

Luft- und Schleimgänge fehlen.

Carludovica Laucheana Wendl.

Dieser Stiel des Blütenstandes hat eine ovale Querschnittsform, seine Oberhautzellen liegen in Längsreihen und sind auf der Flächenansicht rechteckig oder polygonal sowie $1^1/_2$ bis 5 mal so lang wie breit und hoch; auf dem Querschnitt erscheinen sie 4- oder 5 eckig mit stärker verdickten, schwach vorgewölbten Außenwänden, deren mäßig starke Kutikula etwas zwischen die Seitenwände einspringt und vielfach mit kleinen krönchenartigen Erhebungen, die von der Fläche gesehen als erhabene, ungleich hohe Ringwälle erscheinen, versehen ist.

Die spärlich vorkommenden Spaltöffnungen sind auf der Flächenansicht elliptisch, etwas in der Längsrichtung gestreckt, mit 2 schmalen längeren seitlichen und 2 etwas breiter als langen, quer zum Spalt liegenden Nebenzellen; auf dem Querschnitt zeigen die Schließzellen etwas stärker entwickelte äußere Kutikularhöcker und werden von den Nebenzellen weit umfaßt.

Das innere parenchymatische Gewebe besteht aus prismatischen, auf dem Querschnitt polygonalen Zellen, deren Länge sich zur Breite und Höhe wie 1 bis 2 : 1 verhält; diese werden nach innen zu zartwandiger, größer, auf dem Querschnitt fast rund und lassen größere 3- oder 4 eckige Interzellularen frei.

Sehr zahlreich fand ich in der ganzen Achse zerstreut Kalkoxalatkristalle, und zwar als kleinere Raphidenbündel und größere 3 bis 6 mal so lange als breite Raphidenschläuche, sowie in sehr schmalen langgestreckten Zellen große monokline Kristalle, einzeln oder zu je zwei zusammenliegend.

Die an die Oberhaut grenzenden Zellen enthalten vielfach Schleim. Abweichend von den übrigen drei untersuchten Stielen fehlten hier die Sklerenchymgruppen.

Der Gefäßbündelverlauf ist hier derart, daß um ein kleines zentrales kreisförmiges Mark ungefähr 12 große Bündel liegen, ferner nach dem Rande zu bis zu $^2/_3$ des Radius ziemlich dicht noch zahlreiche weitere Fibrovasalstränge sich hinziehen, welche nach der Peripherie zu kleiner werden; schließlich finden sich in der hierdurch abgegrenzten Rinde einige ganz kleine Fibrovasalstränge sowie rudimentäre Bündel aus nur schwach verdickten Tracheïden (Fig. 20).

Die Gefäßbündel sind kollateral und auf dem Querschnitt elliptisch, wenig in der Richtung des Radius gestreckt. Das Xylem besteht aus wenigen nicht sehr weiten Ring-, Spiral- und

Tüpfelgefäßen, dünnwandigen Tracheïden und zartwandigem Holzparenchym. Das Phloëm ist von einer mehrere Zellagen breiten Scheide schwach verdickter weitlumiger Sklerenchymfasern, welche öfters das Phloëm durchsetzen, umgeben.

In einiger Entfernung von der Oberhaut, jedoch außerhalb der größeren Gefäßbündel, verlaufen dicht gedrängt, in einen Kreis angeordnet, 37 auf dem Querschnitt runde, verschieden große interzelluläre Schleimgänge, ferner im zentralen Teil zerstreut noch ungefähr 40 derselben, während genau in der Mitte ein sehr großer Gang liegt (Fig. 20).

Carludovica latifolia R. et P.

Dieser auf dem Querschnitt schwach elliptische Stiel des Blütenstandes stammt aus dem Göttinger botanischen Garten.

Die sehr zartwandigen Oberhautzellen liegen zwar noch in Längsreihen, doch ist diese Anordnung durch die ungleiche Größe der Zellen, durch schief stehende Querwände sowie durch vielfache Teilung in der Längsrichtung gestört; die Zellen sind ebenso hoch wie breit, dagegen verschieden lang; auf dem Querschnitt sind sie 4- oder 5eckig mit etwas vorgewölbter, mäßig verdickter Außenwand, deren Kutikula kleine warzenartige Verdickungen zeigt.

Die ziemlich spärlichen Spaltöffnungen sind auf der Flächenansicht kreisrund und besitzen 4 Nebenzellen, von denen die beiden quer zum Spalt liegenden doppelt so breit als lang sind: auf dem Querschnitt haben die Schließzellen ein dreieckiges Lumen, stärker verdickte Außen- und Innenwände sowie gleichmäßig schwach entwickelte äußere und innere Kutikularhöcker.

Das parenchymatische Grundgewebe besteht aus Zellen von dem gleichen Bau wie bei *C. Laucheana*. Sehr oft konnte ich, besonders in der Nähe des Randes sowie dicht an den Gefäßbündeln, eine nachträgliche Teilung der Zellen beobachten. Ferner fand ich sehr häufig teils unmittelbar an einem Gefäßbündel, teils im Grundgewebe verteilt, Zellen, welche zahlreiche schwach elliptische bis langelliptische Poren hatten, sodaß die Zellwände ein netzartiges Aussehen zeigten.

Viele Zellen enthielten kleinere Raphidenbündel.

Das Festigungsgewebe besteht aus zahlreichen kleinen Gruppen mäßig verdickter Sklerenchymfasern, welche bis zu $^1/_4$ des Radius zerstreut liegen. Etwas tiefer, ungefähr $^1/_3$ des letzteren von der Oberhaut entfernt, durchziehen 31 auf dem Querschnitt verschieden große Schleimgänge, annähernd in einen Kreis angeordnet, den Stiel (Fig. 22).

Im inneren Teil liegen dicht gedrängt sehr zahlreiche Gefäßbündel, welche ihr Xylem meist nach einem von ihnen frei bleibenden kleinen zentralen Mark richten (Fig. 22), nur die an der Peripherie liegenden kleinsten Bündel haben auf dem Querschnitt eine annähernd runde Gestalt, sonst sind sie elliptisch, mehr oder minder in der Richtung des Radius gestreckt. Sie besitzen eine geschlossene Scheide, welche auf der Phloëmseite

bedeutend breiter ist und aus ziemlich stark verdickten Sklerenchymfasern besteht; letztere werden nach der Peripherie zu weiter sowie weniger dickwandig, während die Faserzellen der Xylemscheide weitlumiger und schwächer verdickt sind.

Anatomie der Wurzeln.

Cyclanthus bipartitus Poit. (Fig. 15.)

Die Epidermiszellen des vorliegenden Wurzelstückes haben eingesunkene Außenwände oder sind ganz abgeworfen; Wurzelhaare fehlen.

Die nun folgende Exodermis besteht aus prismatischen Zellen, welche 2- bis 5mal so lang wie breit und hoch sowie auf dem Querschnitt 4eckig bis hexagonal mit stärker verdickten geraden oder im Winkel vorspringenden Außenwänden erscheinen; vielfach fand ich in ihnen Schleim.

An sie schließt sich ein 4 bis 6 Zellagen breiter geschlossener Sklerenchymring an, dessen an die Exodermis grenzenden Fasern auf dem Querschnitt klein, sehr stark verdickt sind und nach innen zu größer, weiter und dünnwandiger werden.

Die parenchymatische Rindenschicht besteht aus verschiedenen großen prismatischen, auf dem Querschnitt polygonalen Zellen, deren Länge sich zur Breite und Höhe wie 3 bis 5 : 1 verhält; diese werden nach der Mitte des Rindengewebes zu größer, dünnwandiger, annähernd zylindrisch und lassen größere 3 oder 4eckige Interzellularen frei; die quergestreckten, elliptischen Zellen der innersten 5 bis 6 Schichten liegen in radialen Reihen. Die äußere Rinde enthält Chlorophyll, die innere kleinkörnige Stärke. Die Endodermis besteht aus U-förmig stark verdickten Zellen mit großen Poren; vielfach zeigen einzelne an sie stoßende Rindenzellen ebenfalls halbmondförmige Verdickung.

Das 1-, seltener 2schichtige Perikambium zeigt auf dem Querschnitt quergestreckte elliptische Zellen, welche stark verdickt sind.

An der Peripherie des Zentralzylinders der untersuchten alten Wurzel wechseln 32 Phloëm- und Xylemgruppen ab, welche durch stark verdickte Holzfasern voneinander getrennt werden: letztere setzen sich nach der Mitte hin fort und umschließen hier ungefähr 25 schwach verdickte, prismatische, mehr oder minder langgestreckte, auf dem Querschnitt polygonale Parenchymzellen, zwischen welchen 2 bis 3 schwach verdickte Faserzellen verlaufen. Hinter den randständigen, mehr oder minder in der Richtung des Radius verlängerten Phloëmgruppen liegt nach der Mitte zu noch je eine Phloëmgruppe, während sehr zahlreiche Gefäße bis nahe an das parenchymatische Gewebe zerstreut sich finden.

Cyclanthus cristatus Klotzsch.

Das Wurzelstück stammt aus dem Göttinger botanischen Garten und zeigt eine große Übereinstimmung mit einer jüngeren

Wurzel von *C. bipartitus*; daher will ich mich nur auf die Anführung der wenigen Unterschiede beschränken.

Die Exodermiszellen führen keinen Schleim; der Sklerenchymring ist schwächer und besteht aus 3 bis 5 Reihen wenig stark verdickter weitlumiger Fasern.

In den Rindenzellen, welche teils ebenso lang, teils doppelt so lang wie breit sind, finden sich zahlreiche Raphidenbündel.

Was den Zentralzylinder betrifft, so zeigen die Endodermiszellen nur eine sehr schwache U-förmige Verdickung und kleinere Poren.

Das Perikambium ist einschichtig und besteht aus unverdickten, auf dem Querschnitt elliptischen Zellen.

Die Verteilung der je 20 Xylem- und Phloëmgruppen sowie der einzelnen großen Gefäße ist die gleiche wie bei *C. bipartitus*, dagegen fehlt das zentrale parenchymatische Gewebe; auch sind die Holzfaserzellen schwächer.

Carludovica Laucheana Wendl.

Die Oberhautzellen sind sehr unregelmäßig, und ihre Außenwände eingesunken. Die Exodermis besteht aus Zellen, welche auf dem Querschnitt 4- bis 6eckig, etwas höher als breit, jedoch vielfach durch Korkbildung zusammengedrückt und formlos erscheinen.

Die Rindenzellen sind verschieden groß, auf dem Querschnitt polygonal, 2 bis 3mal so lang wie breit, mit oft schief stehenden, im spitzen Winkel vortretenden Seitenwänden und nehmen nach der Mitte der Rinde hin an Größe zu. Die Zellen der äußersten Reihen schließen lückenlos aneinander, während die übrigen mehr oder minder große, auf dem Querschnitt 3eckige oder polygonale Interstitien freilassen. Die innersten Zellen sind auf dem Querschnitt elliptisch in der Richtung der Tangente gegestreckt und lassen Reihenanordnung kaum erkennen. Einzelne Rindenzellen sind stärker verdickt und zeigen schmale Poren. Zerstreut finden sich sehr zahlreiche kleinere und größere Raphidenbündel in mehr oder minder längs gestreckten Zellen.

Die Endodermiszellen sind außerordentlich stark U-förmig verdickt; auch hier zeigen die über ihnen liegenden Rindenzellen häufig eine halbmondförmige, aber schwächere Verdickung. Das nun folgende Perikambium ist meist einreihig und besteht aus auf dem Querschnitt elliptischen, ziemlich stark verdickten Zellen mit deutlichen runden Poren.

Die Zahl der Phloëm- und Xylemstrahlen beträgt je 30; sie sind durch ziemlich stark verdickte Holzfaserzellen getrennt, welche den ganzen inneren Teil des Zylinders einnehmen und durch einige große Gefäße unterhalb der Xylemstrahlen, sowie durch einige kleine, aus nur wenigen Siebröhren bestehende Phloëmgruppen unterbrochen werden.

Carludovica atrovirens Wendl. (Fig. 18.)

Die untersuchte Wurzel stammt aus dem Göttinger botanischen Garten. Ihre Oberhautzellen haben eine unregelmäßige Gestalt, die Außenwände sind eingesunken und ebenso wie die übrigen Wände kutikularisiert.

Die Exodermis besteht aus Zellen, welche auf dem Querschnitt polygonal, oft etwas höher als breit, aber nur wenig langgestreckt sind, mit ziemlich stark kutikularisierten Außenwänden.

Das äußere Drittel der Rinde besteht aus prismatischen, lückenlos verbundenen Zellen, deren Länge sich zur Breite und Höhe wie 3 bis 6 : 1 verhält, und welche oft schief stehende Querwände zeigen. Zwischen diesen Zellen liegen von der 6. Zellreihe ab sehr zahlreiche, nach innen zu dichter gedrängte, mäßig verdickte Sklerenchymfasern.

Die Zellen des inneren Rindengewebes sind fast zylindrisch und weniger langgestreckt mit auf dem Querschnitt dreieckigen oder sehr großen polygonalen Interzellularen.

Bis über die Hälfte der Rinde enthalten die äußeren Zellen Chlorophyll, die inneren ziemlich große, runde Stärkekörner; ferner finden sich, besonders in der inneren Rindenschicht, ziemlich zahlreich größere Raphidenschläuche.

Die Endodermiszellen sind mäßig stark U-förmig verdickt mit dünnwandigen Durchlaßzellen.

Das zweischichtige Perikambium besteht aus auf dem Querschnitt elliptischen Zellen, welche meist dünnwandig, selten schwach verdickt erscheinen.

Das Gefäßbündel zeigt 22 randständige Xylem- und in der Richtung des Radius ziemlich gestreckte Phloëmgruppen; ferner liegen nach der Mitte zu zerstreut 14 auf dem Querschnitt fast runde Phloëmgruppen und ungefähr 25 große Gefäße. Zwischen Xylem und Phloëm sowie den einzelnen Gefäßen befindet sich mäßig stark verdicktes Holzfasergewebe, welches bis an das Perikambium reicht und im Zentrum ungefähr 30 dünnwandige große Parenchymzellen umschließt.

Carludovica lancifolia Hort. Heidelberg. (Fig. 16.)

Die Oberhautzellen haben entweder eine unregelmäßige Gestalt oder sind zu mäßig langen Wurzelhaaren ausgewachsen.

Die Exodermiszellen erscheinen auf dem Querschnitt oft polygonal, mehr oder minder hoch, auf dem Längsschnitt länger als breit.

Das Rindenparenchym besteht aus prismatischen, ungleich großen Zellen, deren Länge sich zur Breite und Höhe wie 2 bis 6 : 1 verhält. Die Querwände der äußersten Zellen, welche keine Interzellularen zeigen, stehen vielfach schief; dagegen finden sich ungefähr von der 10. Zellage ab zuerst kleine auf dem Querschnitt dreieckige, darauf größere polygonale Interstitien. Ein geschlossener Sklerenchymring fehlt, jedoch läßt sich eine äußere

Rindenschicht unterscheiden, welche ungefähr den 4. Teil der Rinde einnimmt, zahlreiche zerstreut liegende, schwach verdickte Sklerenchymfasern enthält, und deren Parenchymzellen Chlorophyll führen. Die Zellen der inneren Rinde enthalten mittelgroße, ellipsoidische Stärkekörner, sind größer, etwas dünnwandiger und oft zylindrisch mit etwas dünnen Enden. Die Zellen der innersten Lagen sind tangential gestreckt und lassen keine Reihenanordnung erkennen. An Kalkoxalat waren nur mittelgroße Raphidenbündel in sehr geringer Menge vorhanden.

Charakteristisch für diese Wurzel sind in der Mitte der Rinde dicht gedrängte, kreisförmig angeordnete, auf dem Querschnitt runde interzelluläre Schleimgänge, welche dicht über der Wurzelspitze ihren Anfang nehmen; ich zählte 17 derartige Gänge. Dieselben sind ausgekleidet von zartwandigen Epithelzellen, welche sich papillös in den Sekretraum vorwölben; sehr oft fand ich, daß diese Zellen ein sehr starkes Wachstum zeigten und mehr oder minder weit in den Gang hineinragten; hierdurch wurde der Sekretraum oft vollständig verschlossen. Gelegentlich waren quergeteilte, schlauchförmige Zellen quer durch den ganzen Gang gewachsen (Fig. 23).

Die Endodermis besteht aus stark U-förmig verdickten Zellen mit großen, runden Poren; einige über ersteren liegende Rindenzellen zeigen wie bei *C. Laucheana* eine Verdickung.

Das Perikambium ist einreihig; seine auf dem Querschnitt elliptischen Zellen haben stark verdickte Wände mit deutlichen runden Poren, während die über den Xylemstrahlen liegenden Zellen dünnwandig sind.

Die Zahl der Xylemstrahlen und der meist radial stark gestreckten Phloëmgruppen beträgt 26; ferner finden sich zwischen den sehr stark verdickten Holzfaserzellen des Zentralzylinders bis zur Mitte zerstreut sehr zahlreiche große Gefäße sowie ungefähr 25 auf dem Querschnitt rundliche Phloëmgruppen.

Carludovica palmifolia Wendl. (Fig. 17.)

Die vorliegende, noch nicht völlig ausgebildete Wurzel aus dem Göttinger botanischen Garten zeigte eine ziemlich unregelmäßige Oberfläche. Die Oberhautzellen waren vielfach abgeworfen oder zerdrückt; wo sie erhalten blieben, sind sie zu ziemlich langen Haaren ausgewachsen oder auf dem Querschnitt fünfeckig bis zur doppelten Höhe gestreckt mit vorgewölbten Außenwänden und sehr unregelmäßiger Kutikula.

Die Exodermis ist teils dünnwandig, teils mehr oder minder stark U-förmig verdickt.

Zwischen den prismatischen Rindenparenchymzellen liegen von der 4. bis 6. Zellreihe sehr zahlreiche, darauf bis zur 6. innersten Zellage spärliche, mäßig stark verdickte Sklerenchymfasern, deren Querschnitt nach der Exodermis eckig, gegen die Wurzelmitte rund ist. Einige Rindenzellen erscheinen etwas größer als die übrigen. Die innersten Zellreihen lassen eine

Anordnung in radiale Reihen nicht erkennen. In mäßiger Zahl finden sich in der Rinde kleine Raphidenbündel zerstreut.

Die Endodermiszellen zeigen noch keine Verdickungen; ebenso verhält sich das ein-, seltener zweischichtige Perikambium.

An letzteres grenzen abwechselnd je 35 Xylem- und annähernd ebenso sehr radial gestreckte Phloëmgruppen. Ähnlich wie bei *C. Moritziana* zeigen die Xylemstrahlen eine Neigung sich V-förmig zu vereinigen. Weiter nach innen folgen ungefähr 25 große, noch unverdickte Gefäße und annähernd ebenso viele rundliche Phloëmgruppen mit weiten Siebröhren. Das Füllgewebe bildet dünnwandiges Holzparenchym mit zahlreichen zerstreut oder zu mehreren vereint liegenden Holzfaserzellen.

Carludovica humilis Poepp.

Die zur Untersuchung vorliegende fertig ausgebildete Wurzel stammt aus dem Göttinger botanischen Garten.

Ihre Oberhautzellen sind eingesunken und lassen bestimmte Gestalt nicht mehr erkennen; die unter ihnen liegenden Exodermiszellen sind bis zum Doppelten der Breite radial gestreckt, ebenso lang bis doppelt so lang wie breit und haben stark verdickte, im spitzen Winkel vorspringende Außenwände.

Die Rinde zeigt keine wesentliche Differenzierung; ihre äußeren Chlorophyll führenden Zellen sind prismatisch, etwas dickwandig und ohne Interzellularen, während die inneren annähernd zylindrisch sind, größere Interstitien besitzen und großkörnige Stärke enthalten; die Länge der Rindenzellen ist 3 bis 4mal so groß, wie ihre Breite und Höhe. Die Zellen der innersten 6 Lagen zeigen radiale Reihenanordnung. In dem äußersten Drittel der Rinde verlaufen spärlich zerstreut mäßig stark verdickte Sklerenchymfasern. Raphidenbündel sind nur in geringer Zahl in der Rinde vorhanden. Die Endodermis sowie das ein- bis zweischichtige Perikambium sind stark verdickt und lassen dünnwandige Durchlaßzellen erkennen.

Die Zahl der Gefäßstrahlen beträgt 23; die Phloëmgruppen sind nur wenig radial gestreckt. Das Gewebe zwischen Phloëm und Xylem sowie im ganzen übrigen Teil des Zylinders wird von Holzfaserzellen gebildet, welche stark verdickte, deutlich geschichtete und mit kleinen runden Poren versehene Wände haben. In diesem Gewebe liegen zerstreut ungefähr 25 kleine, auf dem Querschnitt rundliche Phloëmgruppen und sehr zahlreiche große Gefäße. Ein Zusammenneigen der Xylemstrahlen im Innern ist auch hier zu beobachten.

Carludovica Moritziana Klotzsch. (Fig. 19.)

Diese Wurzel zeigt große Ähnlichkeit mit *C. lancifolia*. Die Oberhautzellen stimmen vollständig überein. Die Zellen der Exodermis sind oft durch Korkbildung zerdrückt; wo sie erhalten blieben, erscheinen sie auf dem Querschnitt polygonal, ungefähr doppelt so lang als breit und hoch.

Das Rindenparenchym läßt ein äußeres Drittel erkennen, welches Chlorophyll führt, und in dem zerstreut zahlreiche verschieden stark verdickte Sklerenchymzellen liegen, deren Querwände rundliche Poren haben. Die Parenchymzellen sind prismatisch und annähernd zylindrisch; die äußersten 10 bis 12 Zellagen zeigen schwach kollenchymatische Verdickung, dann werden die Zellen nach innen zu größer, dünnwandig, lassen auf dem Querschnitt 3- oder 4eckige Interzellularen erkennen und sind höchstens doppelt so lang wie breit, während die äußersten Zellen oft die sechsfache Länge ihrer Breite haben. Die Zellen der innersten 5 bis 6 Lagen sind tangential gestreckt, auf dem Querschnitt elliptisch und in radiale Reihen angeordnet. Ziemlich lange Raphidenschläuche finden sich in mäßiger Zahl zerstreut.

Die Endodermiszellen sind stark U-förmig verdickt. Das einschichtige Perikambium besitzt außerordentlich stark halbmondförmig verdickte Zellen, welche über den Xylemstrahlen jedoch dünnwandig sind. An der Peripherie des Zentralzylinders wechseln 24 längliche oder runde Phloëm- sowie Xylemgruppen miteinander ab und sind durch stark verdickte Holzfaserzellen voneinander getrennt, welche letztere noch den ganzen inneren Teil des Zylinders ausfüllen; zwischen ihnen liegen zerstreut 12 verschieden große Phloëmgruppen und zahlreiche Gefäße, welche verschieden groß oft zu mehreren nebeneinander verlaufen. Die äußersten Xylemstrahlen bilden vielfach durch Neigung ihrer inneren Enden gegeneinander einen Winkel und schließen so eine Phloëmgruppe ein. Gelegentlich verbinden sich zwei nicht direkt benachbarte Xylemgruppen und umfassen hierdurch zwei Phloëmgruppen, die ihrerseits wieder durch einen Xylemstrahl getrennt sind. Als weiterer Fall bilden 2 Xyleme einen Winkel, in dessen Spitze ein großes Gefäß und über diesem zwei Phloëmgruppen liegen, welche durch Holzfaserzellen voneinander und von dem Gefäß getrennt sind.

Carludovica latifolia R. et P.

Zur Untersuchung liegt eine junge Wurzel aus dem Göttinger botanischen Garten vor.

Ihre Epidermiszellen sind überall erhalten und zu kurzen Wurzelhaaren ausgewachsen. Die Exodermis besteht aus auf dem Querschnitt meist hexagonalen Zellen, deren Länge sich zur Breite und Höhe wie 1 bis 2 : 1 verhält.

Die äußersten ungefähr 15 Zellreihen der Rinde bestehen aus prismatischen, mehr oder minder langgestreckten, parenchymatischen Zellen, welche lückenlos aneinander schließen, und sind von ziemlich zahlreichen mäßig verdickten Sklerenchymfasern durchsetzt.

Nach der Mitte zu werden die Parenchymzellen annähernd zylindrisch, ungleich groß, wenig längs gestreckt und lassen 3- oder 4eckige Interstitien erkennen; eine Reihenanordnung der

innersten Zellen ist nicht deutlich. Gelegentlich ist Phellogenbildung unter der Fxodermis zu beobachten.

In der Rinde liegen zahlreiche kleine Raphidenbündel zerstreut, selten größere Schläuche mit längeren Nadeln.

Die Endodermis zeigt nur über den Phloëmgruppen eine geringe halbmondförmige Verdickung, sonst dagegen deutliche Casparysche Punkte.

Das Perikambium ist einschichtig und zartwandig.

Der Zentralzylinder enthält je 34 peripherische Phloëm- und Xylemgruppen, welche durch dünnwandige Parenchymzellen getrennt sind; letztere erfüllen den größten Teil des Zylinders und umgeben sehr zahlreiche zerstreute, noch unverdickte Gefäße sowie weniger zahlreiche Phloëmgruppen.

Die Mitte bilden 25 größere Parenchymzellen, zwischen denen 8 weite, mäßig stark verdickte Faserzellen liegen.

Carludorica plicata Klotzsch.

Dieses Wurzelstück aus dem Göttinger botanischen Garten zeigt Oberhautzellen, welche teilweise zu kurzen Trichomen ausgewachsen, teilweise abgeworfen oder zerstört sind.

Die Exodermis besteht aus bis zum Doppelten der Breite radial gestreckten Zellen mit stark verdickten und im spitzen Winkel vorspringenden Außenwänden; unter ihr ist Kork gebildet.

Die Rinde läßt keine weitere Sonderung erkennen, da Sklerenchym sich nur spärlich, aber bis zur 6. innersten Zellage zerstreut findet. Reihenanordnung ist nicht vorhanden.

Die Endodermis besteht aus mehr oder minder stark U-förmig verdickten Zellen und dünnwandigen Durchlaßzellen: sehr oft zeigen ein oder zwei über ihnen liegende Rindenzellen eine gleiche, aber weniger starke Verdickung und deutliche Poren.

Die Zellen des einschichtigen Perikambiums sind auf dem Querschnitt elliptisch und ziemlich stark verdickt.

An der Peripherie des Zentralzylinders wechseln 31 Xylem- und verschieden stark radial gestreckte, oft schief verlaufende Phloëmgruppen ab; beide sind getrennt durch sehr stark verdickte Holzfaserzellen, welche nur ganz innen 8 mäßig verdickte Parenchymzellen umschließen.

Charakteristisch für diese Wurzel ist die große Zahl der auf dem Querschnitt rundlichen Phloëmgruppen und einzelnen Gefäßen, welche im zentralen Teil zwischen den Holzfaserzellen verlaufen.

Ludovia crenifolia Drude.

Dies Wurzelstück aus dem Göttinger botanischen Garten besitzt besonders auf einer Seite lange Wurzelhaare.

Seine Exodermiszellen sind durch Korkbildung zerdrückt, welch letztere in vielen gesonderten Schichten bis zum vierten

Teil der Rinde reicht. Zwischen den letzteren liegen stark verdickte Sklerenchymfasern zerstreut.

Die fast zylindrischen, ziemlich lang gestreckten Rindenzellen sind öfters stärker verdickt und zeigen kleine spaltenförmige Poren. In der Rinde finden sich zerstreut zahlreiche Raphidenbündel mit sehr dünnen langen Nadeln.

Die Endodermis und das Perikambium bestehen aus stark verdickten Zellen, welche in ersterer halbmondförmig, in letzterer U-förmig sind, sowie aus dünnwandigen Durchlaßzellen. An das Perikambium grenzen abwechselnd 23 Xylem- sowie radial ziemlich stark gestreckte Phloëmgruppen, zwischen welchen stark verdickte Holzfaserzellen liegen. Letztere werden nach der Mitte zu weiter, weniger verdickt und gehen allmählich in dünnwandige zylindrische Parenchymzellen über. Außer den randständigen Phloëm- und Xylemgruppen finden sich im inneren Gewebe keine Gefäße vor, nur waren gelegentlich einige größere Gefäße durch wenige Holzfaserzellen von den Xylemstrahlen getrennt.

Vergleichende Übersicht.

Blatt.

Die Oberhautzellen liegen auf der Flächenansicht, besonders auf der Oberseite in deutlichen Längsreihen; meist übertrifft ihre Länge die Breite; bei *Carlud. latifolia*, *C. plicata* und *Ludov. crenifolia* sind Länge und Breite gleich, nur bei *C. Laucheana* ist die letztere kleiner als die Höhe der Zellen. Regelmäßig rechteckig sind die Zellen besonders über subepidermalen Sklerenchymfasern. Die Längswände der Oberhautzellen verlaufen bei *Carl. Moritziana*, *C. palmifolia*, *C. atrovirens* und *C. plicata* oft bogig oder schwach wellig. Bemerkenswert ist die gelegentliche Längsteilung der Oberhautzellen bei *C. Moritziana*. Bei *C. humilis* beobachtete ich an den unteren Epidermiszellen sehr häufig losgelöste Membranlamellen und Risse in den äußeren Zellwänden. Da bei *Cycl. bipartitus* das Mesophyll nicht bis zum Rande reicht, berühren die 4 letzten oberen und unteren Oberhautzellen einander.

Die Kutikula ist meist recht stark und springt vielfach keilförmig zwischen die Seitenwände ein, so besonders an den Einsenkungen der Oberseite und Einbuchtungen der Unterseite bei *Ludovia crenifolia*; auf der Unterseite besitzt sie leistenartige Verdickungen bei *Cycl. bipartitus* und *C. latifolia*, warzenartige Erhebungen bei *Carl. atrovirens*, *C. Moritziana* und *C. plicata*.

Schleim führen die oberen Epidermiszellen von *Carl. plicata* und *C. humilis*, die unteren von *C. latifolia* und *Ludovia crenifolia*.

Trichome sind nur bei *Cyclanthus bipartitus* und *Cycl. cristatus* an einigen Stellen der Unterseite als papillöse oder stumpfe kurze Haargebilde vorhanden.

Die stets auf beiden Seiten, zahlreicher auf der Unterseite vorkommenden Spaltöffnungen haben, von der Fläche gesehen,

eine runde oder schwach elliptische Gestalt und meist 4 Nebenzellen; bei *Carl. lancifolia* sind oft die seitlichen, bei *C. Laucheana* die quer zum Spalt liegenden verdoppelt; bei *C. lancifolia* erscheinen die seitlichen gelegentlich quergeteilt. Stets sind die seitlichen Nebenzellen länger als die Spaltöffnung, die quer zum Spalt liegenden meist breiter als lang. Auf dem Querschnitt haben die Schließzellen ein rundes, selten dreieckiges Lumen und werden bei *Cycl. bipartitus* und *Carl. Laucheana* besonders nach den Atemhöhlen zu weit von den Nebenzellen umfaßt. Ihre Kutikularhöcker sind gewöhnlich außen stärker entwickelt, bei *Ludovia crenifolia* etwas hakenartig gekrümmt.

Ein 1-, seltener 2schichtiges Wassergewebe findet sich auf der Oberseite der Blätter von *Carl. Laucheana*, *C. atrovirens* und *C. Moritziana*, auf der Ober- und Unterseite bei *C. lancifolia*. Es besteht aus mehr oder minder langgestreckten, auf dem Querschnitt 4- oder 5eckigen, ebenso hohen wie breiten Zellen, welche an den Einsenkungen der Oberseite und Einbuchtungen der Unterseite oft bedeutend größer und höher werden, bei *C. atrovirens* außerdem noch schwach kollenchymatisch verdickt sind und etwas wellig verlaufende Seitenwände besitzen. Bei den übrigen untersuchten Arten kommen nur an den Faltungskanten der Blätter unmittelbar unter der Oberhaut einige größere Gruppen nur Wasser führender Zellen vor.

Das Assimilationsgewebe ist bei *C. Laucheana*, *C. atrovirens* und *C. lancifolia* in Palisaden- und Schwammparenchym gesondert, sonst läßt sich nur ein oberes chlorophyllreicheres und ein unteres weniger Chlorophyll führendes Gewebe unterscheiden; zwischen beiden befinden sich manchmal, so bei *Cycl. bipartitus*, *Carl. Laucheana* und *Ludovia crenifolia* Luftlücken oder große chlorophyllfreie Zellen.

An Inhaltskörpern findet sich in allen untersuchten Blättern im Mesophyll zerstreut Kalkoxalat als Raphidenbündel, in geringer Menge bei *Lud. crenifolia*, während bei *C. Laucheana* neben Raphiden große monokline Einzelkristalle vorkommen.

Sehr verbreitet sind kleine Gruppen von Sklerenchymfasern; die Verdickung der letzteren ist verschieden, auffallend stark bei *Lud. crenifolia* und *Carl. Laucheana*. Die Fasergruppen finden sich bei *C. lancifolia* oben dicht gedrängt und unten vereinzelt, bei *C. Moritziana* dagegen fast nur an der Unterseite, bei *C. plicata* in sehr geringer Zahl im oberen Mesophyll zerstreut; bei den übrigen untersuchten Blättern sind sie auf beiden Seiten teils nur subepidermal, teils etwas tiefer im Mesophyll vorhanden. Gewöhnlich besitzen die auf der Oberseite vortretenden Rippen und die kielartigen Erhebungen der Unterseite stärkere Sklerenchymbeläge, während an den Einsenkungen der Oberseite und an den Einbuchtungen der Unterseite da, wo Wassergewebe vorhanden ist, die subepidermalen Sklerenchymfasern stets fehlen.

In den Blättern mit gefalteter Blattfläche liegen in den auf- und absteigenden Teilen in der Mitte des Mesophylls je 6 bis

12 meist kleine Gefäßbündel, während in den auf der Ober- und Unterseite vorspringenden Rippen je ein großes Bündel verläuft. In den oberen Rippen befinden sich sehr oft über dem großen Bündel noch je 1 oder 2 kleine Bündel, die jedoch ihr Xylem nach unten richten. Eine Ausnahme macht *Ludovia crenifolia*, indem hier in den beiderseitigen schwachen Faltungskanten der Blattfläche keine Bündel verlaufen.

Sämtliche Fibrovasalstränge sind kollateral und auf dem Querschnitt rund; ihre Phloëmscheiden sind stets sehr groß, und wird das Phloëm durch eingelagertes Sklerenchym mehr oder minder in einzelne Teile geteilt, welche dann seitwärts nach der Oberseite zu verschoben sind, indem die Sklerenchymfasern der Phloëmscheiden bis an das Xylem herantreten (Fig. 13 und 14); bei *C. humilis* umgeben diese Sklerenchymzellen noch einige große Tracheen. Da der Xylembelag meist nur sehr schwach ist, so kommt selten eine ringsgeschlossene Gefäßbündelscheide vor; bei *C. palmifolia* entsteht letztere dadurch, daß die beiden Sklerenchymsicheln durch U-förmig verdickte Parenchymzellen verbunden werden.

In den Hauptrippen von *Cyclanthus* fand ich 4 große, durch Diaphragmen gekammerte Luftgänge.

Bei *Carl. Laucheana* befindet sich in dem starken Mittelnerv ein großer runder Schleimgang, während ich bei *Ludovia crenifolia* 2 bis 3 derartige Gänge beobachtete.

Blattstiele.

Die Oberhautzellen liegen auf der Flächenansicht in Längsreihen und sind oft, besonders auf der Unterseite, höher als breit sowie stets länger gestreckt als diejenigen der Blattfläche. Auf der Oberseite waren sie vielfach durch Korkbildung abgeworfen; auffallend verdickt mit großen runden Poren erscheinen sie bei *Carlud. plicata*. Die Außenwände der Oberhautzellen sind auf der Unterseite meist stark vorgewölbt mit kräftiger oft keilförmig zwischen die Seitenwände einspringender Kutikula; letztere zeigt bei *C. lancifolia* warzenartige, bei *C. latifolia* leistenartige Verdickungen. Schleim enthalten die Oberhautzellen oben bei *C. latifolia* und *C. plicata*, die unteren bei *C. palmifolia*, beiderseits bei *Ludovia crenifolia*.

Spaltöffnungen finden sich spärlich ringsum an sämtlichen untersuchten Blattstielen und sind bei *C. atrovirens* stark elliptisch, sonst annähernd rund; von den 4 Nebenzellen erscheinen die seitlichen meist bedeutend länger als die Spaltöffnung und sind bei *C. plicata* und *C. lancifolia* vielfach quergeteilt.

Ein an die Oberhaut grenzendes Wassergewebe fand ich bei *Carl. Laucheana* und *C. lancifolia*, bei letzterer ist es zweireihig.

Schleimerfüllte Parenchymzellen finden sich mehrfach, besonders dicht an der Unterseite; bemerkenswert sind einzelne

Gruppen solcher Zellen in der Nähe der Oberseite bei *C. atrovirens*. Während die äußeren Parenchymzellen lückenlos verbunden sind, treten nach dem Innern zu größere Interzellularen auf, besonders große bei *Ludovia crenifolia.*

Kalkoxalat ist sehr verbreitet, meistens als Raphidenbündel; bei *C. humilis* fand ich Oktaëder und Anfangsbildungen von Drusen.

Sklerenchymatisches Festigungsgewebe ist stark ausgebildet; bei *Carl. Laucheana* und *Lud. crenifolia* finden wir subepidermale, sonst erst von der 2. oder 3. Zellage ab kleine, dann größere Sklerenchymgruppen, welche auf der Oberseite meist tiefer nach der Mitte gehen als auf der Unterseite, aber an ersterer kleiner sind. In der Mitte sind noch Sklerenchymgruppen spärlich bei *C. lancifolia*, *C. latifolia* und *Ludovia crenifolia*, zahlreich bei *C. Laucheana* vorhanden.

Die sehr zahlreichen Gefäßbündel verlaufen stets zerstreut, lassen jedoch ein Dreieck, dessen Basis die Oberseite und dessen Schenkel mehrere große Bündel bilden, frei; dicht an der Oberseite liegen jedoch noch mehrere sehr kleine Bündel, welche ihr Xylem nicht immer nach der Oberseite richten. Der Querschnitt der kollateralen Bündel ist meist rund, selten oval. Bei *C. Laucheana* vereinigen sich gelegentlich je zwei Bündel.

Bemerkenswert sind die 8 großen, auf dem Querschnitt elliptischen, durch Diaphragmen gekammerten Luftgänge bei *Cycl. bipartitus* und *C. cristatus*, welche von den Kanten der Oberseite nach der Unterseite ebenfalls zwei Seiten eines Dreiecks bilden (Fig. 17).

Sämtliche untersuchten *Carludovica*-Arten und *Ludovia crenifolia* haben im Stiel, mehr oder minder regellos zerstreut, interzelluläre Schleimgänge, welche teils sehr groß, so bei *C. palmifolia*, teils sehr klein, so bei *C. Moritziana* sind, und deren Zahl bei *C. atrovirens*, *C. lancifolia*, *C. palmifolia* und *C. plicata* zwischen 5 und 10, bei den übrigen zwischen 25 und 40 schwankt. Sie sind sämtlich von kleinen zartwandigen, oft papillös vorgewölbten Epithelzellen ausgekleidet.

Stiele der Blütenstände.

Die Kutikula zeigt stets Verdickungen, welche bei *Cyclanthus cristatus* leistenförmig, bei *Carl. latifolia* warzenförmig und bei *Carl. Laucheana* krönchenartig sind.

Spaltöffnungen sind überall, wenn auch spärlich, vorhanden. Bemerkenswert sind die subepidermalen, Farbstoff führenden Zellen bei *Cycl. cristatus*.

Bei *Carl. latifolia* zeigen einzelne Zellen des Grundgewebes nachträgliche Teilung, andere ziemlich große elliptische Poren. Kalkoxalat findet sich überall im Grundgewebe meistens in Form von Raphiden, nur bei *C. Laucheana* als sehr große monokline Einzelkristalle zerstreut.

Sklerenchymgruppen fehlen vollständig bei *C. Laucheana*, dagegen sind sie bei *C. latifolia* als mehr oder minder große Bündel nur am Rande, bei *Cycl. cristatus* im ganzen Grundgewebe, aber besonders dicht am Rande anzutreffen.

Die kollateralen Gefäßbündel umgeben unregelmäßig und dicht ein kleines Mark; ihre Form ist auf dem Querschnitt meistens elliptisch, ihre Phloëmscheiden sind stets ziemlich stark, und tritt, wenn auch nicht in dem Maße wie bei den Blattstielen und Blattflächen eine Teilung des Phloëms durch Sklerenchymfasern der Scheide ein. Bei *Cycl. cristatus* sind sie in charakteristischer Weise vereintläufig.

Große interzelluläre Schleimgänge finden sich besonders zahlreich bei *C. Laucheana*; bei *C. latifolia* bilden sie nur einen Kreis in der Nähe des Randes und fehlen endlich ganz bei *Cycl. cristatus*.

Wurzeln.

Die Epidermis bietet nichts Besonderes.

Die Exodermiszellen haben meist einen sechseckigen Querschnitt; bei *Carl. atrovirens*, *C. plicata* und *C. humilis* sind ihre Außenwände sehr kräftig, bei *C. palmifolia* dagegen die Innenwände U-förmig verdickt. Bei *Carl. Moritziana* sind die äußeren Zellen der Rinde schwach kollenchymatisch, bei *C. Laucheana* und *Lud. crenifolia* einzelne Rindenzellen etwas stärker verdickt.

Bei allen untersuchten Arten, mit Ausnahme der beiden letztgenannten, besitzt die Rinde Sklerenchymfasern; diese bilden bei *Cycl. bipartitus* und *C. cristatus* dicht unter der Exodermis einen 4 bis 6 Zellagen starken geschlossenen Ring; im übrigen sind diese Fasern mehr oder minder dicht teils nur außen, teils, wie bei *Carl. palmifolia* und *C. plicata* in der ganzen Rinde zerstreut. Nur bei *C. humilis* und *C. Moritziana* liegen die innersten Rindenzellen in deutlichen radialen Reihen.

Sämtliche untersuchten Wurzeln enthalten in der Rinde zerstreut zahlreiche Raphidenbündel; bemerkenswert sind Schleimgänge mit eigentümlichen langen Epithelpapillen in der Rinde von *C. lancifolia* (Fig. 23).

Die Endodermiszellen sind meistens sehr stark U-förmig verdickt, lassen jedoch vielfach dünnwandige Durchlaßzellen erkennen; eine weniger kräftige Verdickung haben die Zellen von *C. atrovirens*, wenig verstärkt und zwar nur über den Phloëmgruppen erscheinen sie bei *C. latifolia* und *Cycl. cristatus*, während die Endodermiszellen bei *C. palmifolia* noch unverdickt waren. Öfters ist eine geringere U-förmige Verdickung einiger angrenzenden Rindenzellen zu beobachten. Das Perikambium ist ein-, höchstens zweischichtig und hat in ausgewachsenen Wurzeln, besonders bei *C. Moritziana*, stark verdickte, auf dem Querschnitt elliptische Zellen.

An das Perikambium grenzen abwechselnd je 20 bis 35 Xylem- und oft radial mehr oder minder gestreckte Phloëmgruppen; letztere verlaufen bei *Carl. plicata* vielfach schief. Ein

V-förmiges Zusammenneigen zeigen die Xylemstrahlen bei *C. palmifolia* und *C. Moritziana*. Das Gewebe zwischen den Phloëm- und Xylemgruppen besteht in den fertig ausgebildeten Wurzeln überall aus meist stark verdickten Holzfaserzellen, welche bei *Carl. humilis* eine Schichtung ihrer Membranen und große Poren zeigen.

Bei *Cycl. bipartitus*, *Carl. atrovirens*, *C. latifolia* und *C. plicata* ist ein parenchymatisches Mark vorhanden, welches sich scharf absetzt, nur bei *Ludovia crenifolia* findet ein allmählicher Übergang zu den Faserzellen statt; bei den übrigen untersuchten Wurzeln erfüllen die Holzfaserzellen den ganzen inneren Teil des Gefäßbündels. Zwischen diesen Zellen verlaufen unterhalb der randständigen Strahlen noch mehr oder minder zahlreiche Gefäße und Phloëmgruppen, so besonders zahlreich bei *Carl. plicata*, während sie bei *Ludovia crenifolia* fehlen.

Anatomisch besonders Bemerkenswertes.

Zunächst möchte ich hinweisen auf die Einlagerung von Sklerenchymfasern in das Phloëm sämtlicher, besonders der größeren Gefäßbündel in den untersuchten Blättern und Blütenstandsstielen, wodurch der Siebteil oft in viele Teile geteilt oder häufig seitwärts vom Xylem verschoben wird (Fig. 13 und 14).

Eine charakteristische Vereintläufigkeit von 2 bis 4 Gefäßbündeln zeigte der Stiel des Blütenstandes von *Cyclanthus cristatus* (v. p. 182); bei demjenigen von *Carludovica latifolia* bemerkte ich eine nachträgliche Teilung mehrerer Parenchymzellen des Grundgewebes sowie vielfach besonders in der Nähe der Gefäßbündel netzartig verdickte Zellwände mit großen oft langelliptischen Poren (v. p. 183). — Auf der Oberseite der Hochblätter von *Carludovica Laucheana* fand ich furchenartig eingesenkte Streifen auffallend hoher, jedoch kurzer und schmaler Epidermiszellen (v. p. 155).

Im Blatte von *Carludovica humilis* zeigten sehr zahlreiche Oberhautzellen der Unterseite sowie die untersten Mesophyllzellen losgelöste, verschiedenartig gestaltete Membranlamellen (v. p. 166 und Fig. 2), sodann beobachtete ich in den Außenwänden vieler Epidermiszellen ebenfalls an der Unterseite Spalten und, von letzteren ausgehend, eigentümliche Risse (v. p. 166 und Fig. 1).

Schließlich sei die Wurzel von *Carludovica lancifolia* erwähnt, welche in ihrer Rinde zahlreiche, kreisförmig angeordnete Schleimgänge führt, deren Epithelzellen oft so stark in den Sekretraum gewachsen waren, daß sie in demselben eine quergerichtete Scheidewand bildeten (v. p. 187 und Fig. 23).

Anatomische Übersicht der untersuchten *Cyclanthaceae*.

A. Mit Trichomen: *Cyclanthus*.

B. Ohne Trichome:

a) Ein zentrales Gefäßbündel in den Faltungskanten: *Carludovica*.

α) Mesophyll in Palisaden- und Schwammparenchym differenziert:

I. Wassergewebe nur auf der Oberseite:

1. Viele subepidermale sehr stark verdickte Sklerenchymgruppen: *C. Laucheana*.
2. Wenige subepidermale schwächere Sklerenchymgruppen: *C. atrovirens*.

II. Wassergewebe beiderseits: *C. lancifolia*.

β) Mesophyll nicht differenziert:

1. Sklerenchymgruppen in der Blattfläche beiderseits nur subepidermal: *C. palmifolia*.
2. Sklerenchym in der Blattfläche oben zahlreich, unten spärlich: *C. humilis*.
3. Sklerenchym in der Blattfläche unten zahlreich, oben vereinzelt: *C. Moritziana*.
4. Sklerenchym im Mesophyll zerstreut:

a) Fasern stark verdickt in größeren Gruppen: *C. latifolia*.

b) Fasern schwächer verdickt in kleineren Gruppen: *C. plicata*.

b) Faltungskanten ohne zentrales Gefäßbündel: *Ludovia*.

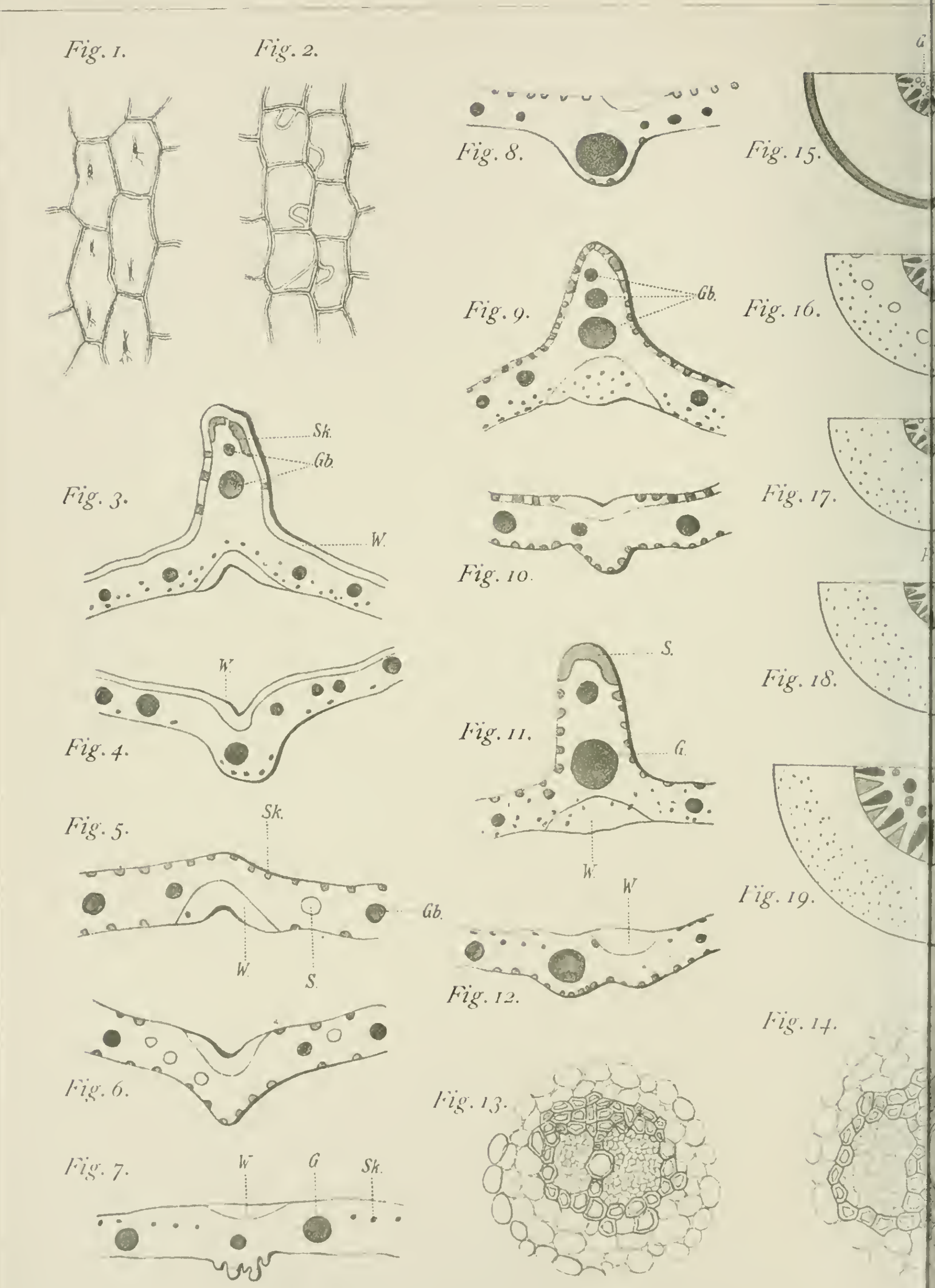
Figuren-Erklärung.

1. *Carludovica humilis*, untere Epidermis, Risse in der Membran.
2. *Carludovica humilis*, untere Epidermis, losgelöste Membranlamellen.
3. *C. Moritziana*, Blattquerschnitt, obere Faltungskante.
4. *C. Moritziana*, Blattquerschnitt, untere Faltungskante.
5. *Ludovia crenifolia*, desgl. . . . obere "
6. Desgl. . . . untere "
7. *Cyclanthus bipartitus*, desgl. . . obere "
8. *Carludovica humilis*, desgl. . . untere "
9. *C. Laucheana*, desgl. . . . . obere "
10. Desgl. . . . . untere "
11. *C. plicata*, desgl. . . . . . . obere "
12. Desgl. . . . . . . untere "
13. *C. palmifolia*, kleineres Gefäßbündel im Blatt.
14. *C. palmifolia*, größeres Gefäßbündel im Blatt.
15. *Cyclanthus bipartitus*, Wurzel-Querschnitt.
16. *Carl. lancifolia*, desgl.
17. *C. palmifolia*, desgl.
18. *C. atrovirens*, desgl.
19. *C. Moritziana*, desgl.

20. *C. Laucheana*, Stiel des Blütenstandes, Querschnitt.
21. *Cycl. cristatus*, desgl.
22. *Carl. latifolia*, desgl.
23. *Carl. lancifolia*, Schleimgang in der Wurzel.
24. *C. palmifolia*, Blattstiel, Querschnitt.
25. *C. lancifolia*, desgl.
26. *C. Moritziana*, desgl.
27. *Cycl. cristatus*, desgl.

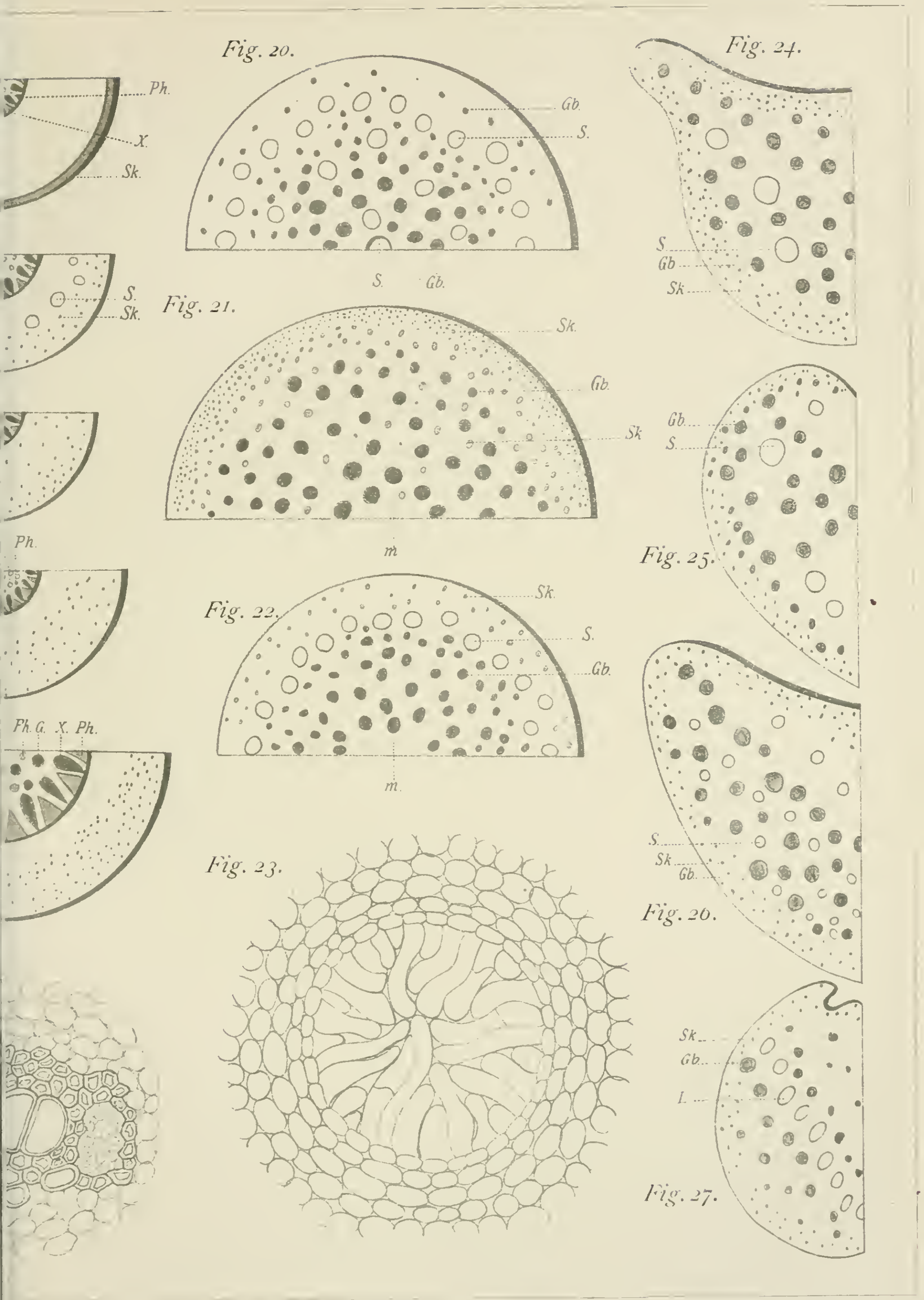
Sk. = Sklerenchym.
S. = Schleimgang.
Gb. = Gefäßbündel.
W. = Wassergewebe.
Pr. = Parenchym.
X. = Xylem.
Ph. = Phloëm.
G. = Gefäße.
L. = Luftgang.
M. = Mark.





Nach d. Natur gez. E. von Oven

Verlag von Gu



Fischer, Jena.

P. Weise, Lith., Jena.



Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches.

Für Hochschulen und zum Selbstunterricht. Mit Rücksicht auf das neue Deutsche Arzneibuch. Von Dr. **George Karsten,** a. o. Prof. der Botanik an der Universität Bonn. Mit 528 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 6 Mark, geb. 7 Mark.

Soeben wurde vollständig die erste Reihe von:

Vegetationsbilder.

Von Dr. **G. Karsten,** Prof. an der Universität Bonn, und Dr. **H. Schenk,** Prof. an der Technischen Hochschule Darmstadt.

Unter dem Namen **„Vegetationsbilder"** erscheint hier eine Sammlung von Lichtdrucken, die nach sorgfältig ausgewählten photographischen Vegetationsaufnahmen hergestellt sind. Verschiedenartige Pflanzenformationen und Genossenschaften möglichst aller Teile der Erdoberfläche in ihrer Eigenart zu erfassen, charakteristische Gewächse, welche der Vegetation ihrer Heimat ein besonderes Gepräge verleihen, und wichtige ausländische Kulturpflanzen in guter Darstellung wiederzugeben, ist die Aufgabe, welche die Herausgeber sich gestellt haben.

Der Preis für das Heft von 6 Tafeln ist auf 2,50 Mark festgesetzt worden unter der Voraussetzung, daß alle Lieferungen bezogen werden. Einzelne Hefte werden mit 4 Mark berechnet.

Die erste Reihe bilden folgende Hefte:

Heft 1. Taf. 1— 6. Südbrasilien
Heft 2. „ 7—12. Malayischer Archipel
Heft 3. „ 13—18. Tropische Nutzpflanzen
Heft 4. „ 19—24. Mexikanischer Wald u. Tropen und Subtropen
Heft 5 „ 25—30. Südwest-Afrika
Heft 6. Taf. 31—36. Monokotylenbäume
Heft 7. „ 37—42. Strandveget. Brasiliens
Heft 8. „ 43—48. Mexikanische Cacteen-, Agaven- u. Bromeliaceen-Vegetation.

Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen.

Ein Beitrag zur Physiologie der Entwickelung. Von Dr. **Georg Klebs,** Prof. in Halle. Mit 28 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 4 Mark.

Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle und die mitotische Teilung ihres Kernes.

Von **Dr. F. G. Kohl,** a. o. Professor der Botanik an der Universität Marburg. Mit 10 lithographischen Tafeln. 20 Mark.

Die Grundlagen und die Methoden für die mikroskopische Untersuchung von Pflanzenpulvern.

Eine Einführung in die wissenschaftlichen Methoden der mikroskopischen Untersuchung von Gewürzen, pflanzlichen Arzneimitteln, Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Papieren, Geweben usw. Zum Gebrauch in den Laboratorien der Hochschulen und zum Selbstunterrichte. Für Nahrungsmittelchemiker, Apotheker, Techniker usw. Von Dr. **Arthur Meyer,** o. Prof. der Botanik und Pharmakognosie an der Universität Marburg. Mit 8 Tafeln und 18 Figuren im Text. 1901. Preis: 6 Mark.

Süddeutsche Apotheker-Zeitung vom 8. Februar 1901:

. . . Die Art und Weise, in welcher der auf dem Gebiet der Pharmakognosie ja schon längst rühmlich bekannte Professor der sich gestellten Aufgabe gerecht geworden ist, ist so eigenartig, daß das Werk wohl überall die günstigste Aufnahme finden wird . . .

Druck von Gebauer-Schwetschke Druckerei u. Verlag m. b. H. Halle a. S.

Beihefte
zum
Botanischen Centralblatt.

Original-Arbeiten.

Herausgegeben
von
Prof. Dr. Oscar Uhlworm und **Prof. Dr. F. G. Kohl**
in Berlin in Marburg.

Band XVI. — Heft 2.
Mit 13 Tafeln und 2 Abbildungen im Text.

Inhalt:



Jena
Verlag von Gustav Fischer.
1904.

Siphoneen-Studien.

Von

A. Ernst, Zürich.

II. Beiträge zur Kenntnis der *Codiaceen*.

(Mit Tafel 7—9.)

Im Frühling der Jahre 1902 und 1903 hatte ich während eines je sechswöchentlichen Ferienaufenthaltes in Neapel Gelegenheit, mich mit dem Studium mariner Algen, im besonderen mit der morphologischen und physiologischen Untersuchung von Vertretern einiger *Siphoneen*-Familien zu beschäftigen. Von den Ergebnissen dieser Untersuchungen möchte ich in diesen Zeilen zunächst, anschließend an meine erste *Siphoneen*-Studie[1]), einige Beobachtungen über den Thallusbau der *Codiaceen* mitteilen.

Gerne benutze ich die Gelegenheit, auch an dieser Stelle der Kommission für den schweizerischen Arbeitstisch am zoologischen Institut Dohrn in Neapel sowie den Leitern dieses berühmten Institutes für das Wohlwollen, mit welchem sie diese Untersuchungen ermöglichten und förderten, meinen herzlichen Dank auszusprechen.

1. *Udotea minima* n. sp. Ernst.

Im Porto della Villa Rendel am Posilipo, einem den Botanikern der zoologischen Station zu Neapel wohlbekannten Fundorte zahlreicher schöner Algen, fand ich an der Hafenmauer im März 1902, dann wiederum im vergangenen Frühjahr eine *Siphonee*, die meines Wissens noch nicht beschrieben worden ist.

Der Habitus derselben ist eigenartig; sie bildet dichte 1 cm bis 2 $^1/_2$ cm hohe Rasen grüner, verzweigter Fäden. Zwischen diesen findet man gestielte, blattartige Gebilde, welche an die gestielten Fahnen der im ganzen Mittelmeere häufig vorkommen-

[1]) *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) Ernst, eine neue oogame Süßwasser-*Siphonee*. (Beih. z. botan. Centralblatt. Bd. XIII. Heft 1. pag. 115—148.)

den *Udotea Desfontainii* erinnern, und zahlreiche, der blattähnlichen Endverbreiterung noch entbehrende, kürzere oder längere Stielchen, sodaß man zunächst zu der Annahme geneigt ist, Rasen einer grobfädigen *Vaucheria* vor sich zu haben, welche mit Kolonien kleiner *Udotea*-Pflänzchen verwachsen seien. Die genauere Untersuchung ergibt aber sofort, daß die grünen fadenförmigen Schläuche mit den blatttragenden und den blattlosen dicken Stielchen an vollständig gleichgestalteten farblosen Schläuchen, Rhizoiden, ihren Ursprung nehmen und deshalb als verschiedene Entwickelungsstadien derselben Pflanze aufzufassen sind. Die Zugehörigkeit derselben zur Familie der *Codiaceae* ist zweifellos, und die nachfolgende Beschreibung ergibt, daß die für die Flora des Golfes von Neapel neue Alge als neue Spezies der Gattung *Udotea* einzureihen ist.

Die von den farblosen Rhizoiden in großer Zahl abzweigenden, rasenbildenden grünen Fäden (Fig. 6 Taf. 7) erreichen eine Länge von 1—3 cm, ihr Durchmesser beträgt 50—90 μ. Sie sind nicht segmentiert, zeigen Scheitelwachstum und regelmäßige dichotomische Verzweigung. Der Vorgang der Zweigbildung durch dichotomische Teilung am Scheitel des Fadenschlauches kann häufig beobachtet werden. An dem sich verbreiternden Scheitel (Fig. 24 Taf. 8) entstehen auf beiden Seiten des bisherigen Wachstumszentrums zwei symmetrisch angeordnete neue Scheitel, durch deren Wachstum (Fig. 8 und 9 Taf. 7) die beiden gabelig voneinander abstehenden Äste erzeugt werden. Die Basis der Äste ist leicht eingeschnürt und die Membran an diesen Einschnürungsstellen in Form eines nach innen vorragenden Ringes verdickt. Die Länge der zwischen aufeinanderfolgenden Verzweigungsstellen gelegenen Schlauchstücke ist verschieden; sie schwankt zwischen Bruchteilen eines Millimeters bis zu einem Zentimeter. Die längeren Schlauchglieder (Fig. 8 Taf. 7) sind meistens durch eine oder mehrere eingeengte Stellen in kleinere, den Zellen eines Zellfadens entsprechende Stücke geteilt. Auch an diesen Stellen wird das Zellumen (Fig. 23 Taf. 8) infolge nachträglicher Verdickung der Membran durch Anlagerung sekundärer Verdickungsschichten diaphragmaartig eingeengt. Die Zahl der Einschnürungen vermehrt sich nicht selten in solchem Maße (Fig. 22 Taf. 8), daß längere oder kürzere Schlauchstücke aus kugeligen oder eiförmigen Gliedern zusammengesetzt scheinen.

Die Messung an einem solchen 300 μ langen Segmente ergab folgenden Wechsel des Durchmessers: 51, 57, 66, 73, 57, 81, 42, 66, 51, 78, 36, 70 μ, die Breite der Verzweigungsstelle betrug 112 μ, die eingeengte Zone an der Basis der beiden Äste zeigte 30 μ Breite, und ca. 100 μ davon entfernt nahm sie wieder die folgenden wechselnden Werte an: 57, 69, 63, 60, 72, 58 μ. Die Membrandicke schwankt zwischen 1.5—3 μ, die ringförmige Membranverdickung mißt an der am weitesten in das Lumen vorspringenden Stelle 6—7 ½ μ.

Die Vergleichung der Fig. 6, 8, 9, Taf. 7 und Fig. 22 Taf. 8 mit einigen, die Faden- und Verzweigungsform von *Dichotomosiphon* darstellenden Figuren (l. c. Fig. 1, 2, 3, 7, Taf. 6) ergibt die auffallende Übereinstimmung aller soeben angeführten Merkmale unserer marinen Alge mit der genannten Süßwasser-*Siphonee*, auf deren vielfache Übereinstimmung mit den *Codiaceae* (l. c. pag. 141) bereits hingewiesen wurde.

Die gleiche Übereinstimmung äußert sich auch in der Differenzierung des Zellinhaltes. Wir finden in dem in langsamer Bewegung begriffenen Plasma auch bei *Udotea minima* die für die *Siphoneen* charakteristischen Zellkernchen, die zu einer wandständigen Schicht angeordneten, pyrenoidenlosen Chlorophyllkörner und neben denselben (Fig. 33 und 34 Taf. 8) wenigstens in den älteren Segmenten zahlreiche Stärkekörner, welche die Chloroplasten vielfach an Größe übertreffen. Die für *Dichotomosiphon* beschriebene Entstehung der Stärkekörner geht bei *Udotea* in gleicher Weise vor sich. Die jüngsten Schlauchglieder, vom wachsenden Scheitel bis zur ersten oder zweiten Verzweigungsstelle zurück, zeigen bei der Jodreaktion stärkefreie Chloroplasten. In den folgenden Gliedern werden einzelne Chlorophyllkörner durch die Jodlösung etwas dunkler gefärbt, was auf einen bereits vorhandenen zentralen Stärkekern schließen läßt, dann finden sich auch farblose oder nur noch schwach grün gefärbte Körner, aus welchen während des Wachstums des Stärkekornes die plasmatische Substanz und der Chlorophyllfarbstoff zum Teil bereits verschwunden sind; durch Einwirkung von Jodtinktur werden diese Körner wie reine Stärke blau gefärbt. In den ältesten Segmenten endlich vergrößert sich die Zahl der durch Umwandlung der Chloroplasten entstandenen Stärkekörner immer mehr, und einzelne Körner vermehren ihr Volumen derart, daß sie die Chlorophyllkörner vielfach an Größe übertreffen. Die basalen, in die Rhizoiden übergehenden Fadenteile enthalten häufig eine dichte Schicht solcher Amylumkörner, die aus der Chlorophyllschicht durch Umwandlung fast aller Körner entstanden ist. In ähnlicher Weise vollzieht sich die Stärkebildung, wie ich bereits früher ausgeführt habe, außer bei *Dichotomosiphon* auch bei anderen *Codiaceen*, wie *Penicillus*[1]) *Halimeda* und *Codium*. Von anderen stärkeführenden *Siphoneen* zeigt nach Famintzin[2]) auch *Valonia utricularis* eine ähnliche Entstehungsart der frei im Plasma vorkommenden Stärkekörner mit der Komplikation, daß hier die Stärkebildung mit der Entstehung der Astzellen in Verbindung stehen soll: „Ganz junge *Valonien*, welche noch keine Tochterzellen gebildet haben, ent-

[1]) Bei *Penicillus mediterraneus* stimmen die zahlreichen Stärkekörner der grünen Schläuche, wie ich mich an einer von Ardissone 1861 bei Livorno gesammelten Probe, die mir von Prof. De Toni gütigst zur Untersuchung überlassen wurde, überzeugen konnte, in Größe und Form vollständig mit denjenigen von *Udotea minima* überein.

[2]) Famintzin, A., Beitrag zur Kenntnis der *Valonia utricularis*. (Bot. Zeitg. Jahrg. 18. 1860. pag. 342.)

halten kein Stärkemehl und sind dagegen mit einer gleichförmigen Schicht von Chlorophyllkörnern ausgekleidet, welche ihr lichtgrünes Aussehen bedingen. Als Vorläufer der Tochterzellbildung tritt die Bildung von Stärke auf, welche nur stellenweise, nämlich nur in dem Teile des Zellinhaltes entsteht, welcher bestimmt ist, neue Zellen zu erzeugen. Ihre Bildung geschieht ausschließlich im Innern der Chlorophyllkörner. Die Stärkekörner scheinen sehr rasch zu wachsen; sie nehmen bald den Raum der sie erzeugenden Chlorophyllkörner größtenteils ein und kommen endlich durch vollständige Resorption der letzteren frei in dem Wandbelege der Zellen zu liegen."

Die Fäden von *Udotea minima* sind an ihrer Basis farblos und zeigen in diesen dem Rhizoidengeflecht angehörenden Partien unregelmäßige Gestalt. Die dichotomische Verzweigungsform (Fig. 31, Taf. 8), die Bildung von Einschnürungen und ringförmigen Membranverdickungen treten auch hier noch mehr oder weniger scharf hervor. Daneben zeigen aber selbst ältere Äste das Vermögen, sich durch seitliche Sprossung zu verzweigen. Durch diese zweite Form der Verzweigung entstehen an den Hauptästen zahlreiche Nebenäste, von denen entweder eine größere Anzahl der feinen Rhizoiden abgehen, oder die unter starker Lumenerweiterung zu chlorophyllführenden Schläuchen auswachsen. Andere farblose Fäden erzeugen weder Rhizoiden noch grüne Schläuche: sie bilden kurze, unregelmäßig gestaltete, keulenförmige oder blasenartige Äste (Fig. 32 Taf. 8). Diese sind mit Plasma und Stärke vollgepfropft; wahrscheinlich funktionieren sie als primitive Form von Reservestoffbehältern und sind vielleicht auch bestimmt, in der nächsten Vegetationsperiode, ähnlich den Brutkeulen von *Dichotomosiphon*, neue Rhizoiden und grüne, assimilierende Fäden zu treiben.

Mit den dichotomisch verzweigten, grünen Fäden nimmt von den Rhizoiden auch die zweite Ausbildungsform des assimilierenden Teils der Pflanze ihren Ursprung. Es hält nicht schwer, durch Zerlegung eines Rasenstückes alle Entwickelungsstadien der kleinen, feinstieligen Blättchen zu erhalten und an denselben die Entstehung dieser besonderen Thallusform aus der einfacheren Gliederung der dichotomisch verzweigten Fäden nachzuweisen.

Man findet nicht selten Pflänzchen, an welchen die zwei nach einer dichotomischen Verzweigung entstehenden Ästchen eines grünen oder auch farblosen Fadens nicht in stumpfem Winkel von dem sie tragenden Segmente abstehen, sondern, sich umwindend in der Richtung desselben weiterwachsen (Fig. 11 Taf. 7).

Indem nun jeweilen nach Bildung eines kurzen Schlauchsegmentes eine neue Teilung des Scheitels erfolgt, entstehen bald eine größere Anzahl miteinander verschlungener Äste desselben Fadens. Hat diese strangartige Vereinigung einmal die Länge einiger Millimeter (Fig. 12 Taf. 7) erreicht, so ist sie schon von bloßem Auge als dunkelgrünes, festes Stielchen zwischen den

schlaffen, einzelwachsenden Fäden wahrzunehmen. Gewöhnlich erreichen die so entstandenen Stiele eine Länge von 1—1½ cm. Ihr weiteres Verhalten ist verschieden. An ganz dünnen Stielchen, die nur durch Verflechtung einer kleinen Zahl von Ästen entstanden sind (Fig. 3a Taf. 7) trennen sich die letzteren wieder voneinander und wachsen, sich regelmäßig verzweigend, zu ihrer normalen Länge aus. Stärkere Stiele dagegen beginnen sich gegen das Ende ihres Wachstums fächerförmig zu verbreitern (Fig. 3b Taf. 7), indem die zu einem zilindrischen Strang verflochtenen Schläuche sich mehr und mehr nebeneinander in eine Ebene legen (Fig. 4, 5 und 7 Taf. 7) und beim weiteren Wachstum eine kleine Blattfläche erzeugen.

Die an dieser Stiel- und Flächenbildung beteiligten Fäden unterscheiden sich von den freiwachsenden durch einige auffallende Form- und Wachstumsveränderungen. Die typische Gestalt der Verzweigungsstellen verschwindet vielfach bei den verschlungenen Fäden, die Einschnürungen an der Basis der Äste und in längeren Schlauchstücken, die ringförmigen Membranverdickungen werden nicht mehr ausgebildet, und der Durchmesser der Fäden wird kleiner. Ähnlich den Rhizoiden besitzen diese Fäden das Vermögen zur Bildung von Seitenästen, welche sowohl älteren Schlauchteilen als auch den jüngeren Gliedern entsprossen, häufig unmittelbar hinter dem wachsenden Scheitel angelegt werden. Diesen Seitenästen, welche an Zahl die durch Dichotomie entstandenen Hauptfäden schon im Stiel übertreffen, kommt bei der Ausbildung der blattähnlichen Thallusform die Aufgabe zu, die im Stiele lose miteinander verflochtenen, in der kleinen Fläche nebeneinander liegenden Hauptfäden fester miteinander zu verbinden.

Am Rande der keilförmig aus dem Stiel sich verbreiternden, einschichtig gewordenen Blattfläche läßt sich das Wachstum der Seitenäste besonders gut verfolgen (Fig. 27 Taf. 8). Viele derselben verzweigen sich wieder (Fig. 28—30 Taf. 8) und bilden Äste zweiter und dritter Ordnung, so daß schließlich beiderseits über den Hauptfäden eine dieselben zusammenhaltende und teilweise überdeckende Schicht von dünneren Verzweigungen der Seitenäste vorhanden ist.

Die in dieser Weise entstandene flächenförmige Ausbreitung ist von wechselnder Größe und wie die in Fig. 1—5, Taf. 7 dargestellten kleinen Pflänzchen zeigen, auch von verschiedener Form. Größere Fahnen, welche in ihrer Form diejenigen von *Udotea Desfontainii* nachahmen, durch ihre einfachere Struktur aber leicht von denselben zu unterscheiden sind, erreichen die Größe von mehrern Quadratzentimetern. Vor dem Abschluß des Wachstums trennen sich am Rande der kleineren oder größeren Flächen die durch die Verflechtung der Seitenäste vereinigten Hauptfäden. Die Ausbildung der Seitenäste unterbleibt, und die weiter wachsenden Fäden werden nur noch durch dichotomische Verzweigung gegliedert. Ihr Durchmesser, der bei den in der Fahne und im Stiel verflochtenen Fäden nur 30—60 μ, im

Mittel 42 μ beträgt, wird wieder gleich demjenigen der frei wachsenden, ebenfalls regelmäßig dichotomisch verzweigten Fäden, also 50—90 μ, im Mittel 70 μ groß. Es kehren also die in Stiel und Fahne in Form und Wachstumsweise abweichenden Fäden am Ende ihres Wachstums wieder zur ursprünglichen Form und Verzweigungsart zurück.

Einige der während der Ausbildung der gestielten Fahnen an den Fäden auftretenden Veränderungen können durch Kultur unter wachstumsbeschleunigenden Bedingungen (in Nährlösung, durch zeitweise Verdunkelung nach vorausgegangener lebhafter Assimilationstätigkeit) auch an den frei wachsenden, dichotomisch verzweigten Fadenschläuchen hervorgerufen werden. Der Durchmesser von solchen rasch wachsenden Fäden wird geringer, die dichotomischen Verzweigungsstellen werden nicht mehr regelmäßig gestaltet und die charakteristischen Einschnürungen und Membranverdickungen undeutlich oder gar nicht ausgebildet, so daß (Fig. 10 Taf. 7 und Fig. 25 Taf. 8) einfache gabelig verzweigte Schläuche mit ziemlich konstantem Durchmesser und gleichmäßig dicker Membran entstehen.

Mit der typischen Form geht häufig an solchen Fäden auch das gleichmäßige Wachstum verloren, so daß die ursprünglich gleichwertigen, von derselben Verzweigungsstelle ausgehenden Äste ganz verschiedene Länge erhalten. Diese Ungleichheit zeigt sich schon bei der ersten Anlage der Äste. Während bei der typischen dichotomischen Verzweigung an dem sich verbreiternden Scheitel zwei symmetrisch angeordnete, gleich große Ausstülpungen als Anlagen der Tochteräste entstehen, unterbleibt an den rasch wachsenden Fäden der genannten Kulturen diese Verbreiterung des Scheitels; die beiden Anlagen der Tochteräste sind ungleich, so daß der aus der schwächer entwickelten entstehende Ast dem anderen gegenüber im Wachstum zurückbleibt und in späteren Stadien (Fig. 26, Taf. 8) als Seitenast desselben erscheint.

Mit dem Übergang von der dichotomischen zu der unregelmäßig verlaufenden Teilungsform dieser Fäden ist, wie bei den an der Stiel- und Fahnenbildung beteiligten, die Abnahme des Durchmessers zu konstatieren. Er kann an demselben Faden von 70—90 μ der untersten regelmäßig geformten Segmente auf 40—60 μ an den obern durch beschleunigtes Wachstum entstandenen herabgehen.

Die Übereinstimmung der durch Wachstumsbeschleunigung an den freien Fäden auftretenden Formveränderungen mit denjenigen der in den gestielten Fahnen miteinander verbundenen Fäden, macht es wahrscheinlich, daß sie auch bei den letzteren auf ein, wahrscheinlich durch den Kontaktreiz verursachtes rascheres Wachstum zurückzuführen sind.

Vergleichen wir die beschriebene neue *Codiacee* mit anderen Gattungen und Arten dieser Familie, so zeigt sich zunächst eine überraschende Übereinstimmung im Habitus mit dem von Woro-

nin[1]) beschriebenen *Penicillus mediterraneus* Thur. (*Espera mediterranea* Dcne.[2]).

Woronin fand *Penicillus med.* 1862 in der Nähe von Antibes. Die Pflanze bildet auf dem schlammigen Meeresgrunde größere Flächen überdeckende Rasen, bestehend aus einem dichten Geflecht verzweigter Rhizoiden, von welchen die dichotomisch verzweigten grünen Fäden ausgehen, die mit ihren Einschnürungen und ringförmigen Membranverdickungen mit der von mir in Neapel gefundenen Pflanze völlig übereinstimmen. Wie bei der letzteren sind auch bei *Penicillus mediterraneus* diese Fäden nur ein Entwickelungsstadium des assimilierenden Thallusteiles. An denselben entsteht die komplizierter gebaute zweite Thallusform folgendermaßen: „La fronde du *Penicillus* présente à un endroit un gonflement, duquel sortent, vers le haut ainsi que vers le bas, des filaments entièrement libres et qui au commencement ne diffèrent d'abord entre eux d'aucune manière. Sur les filaments du haut, qui se ramifient dichotomiquement, se montrent des ramuscules latéraux, des crampons, pour mieux dire, lesquels, entrelacés les uns aux autres, relient les filaments de la fronde du *Penicillus* en une tige plus ou moins haute et épaisse." Auch bei den anderen, in den tropischen Meeren vorkommenden großen *Penicillus*-Arten findet nach einem Zitate Woronins aus Harvey[3]) die Stielbildung in ähnlicher Weise statt: „In the young frond the stipes consists of but two or three filaments, and a state of the frond occurs in which there is no stipes, but the moniliform confervoid filaments arise directly from the matted rootfibres." Am Scheitel des in späteren Entwickelungsstadien stark mit Kalk inkrustierten Stieles aller *Penicillus*-Arten trennen sich die verflochtenen Fäden vollständig voneinander und wachsen, sich regelmäßig dichotomisch verzweigend und durch Einschnürungen gliedernd, wie die Haare eines Pinsels vom Stiel abstehend, zu einem dichten Büschel aus. Mit der Bildung einer blattähnlichen Verbreiterung des freien Stielendes zeigt also die beschriebene *Siphonee* ein der Gattung *Penicillus* fehlendes, dagegen für *Avrainvillea* und *Udotea* charakteristisches Merkmal.

Der fächer- oder blattförmige Thallusteil von *Avrainvillea*[4]) ist wie bei der neuen Neapeler Alge häufig unregelmäßig gestaltet und am Rande vielfach in freie Fäden aufgelöst. Er unterscheidet sich aber wesentlich von der beschriebenen neuen Form, indem die ihn zusammensetzenden Fäden nicht nur an den Verzweigungsstellen mit Einschnürungen versehen sind, sondern durch zahlreiche andere in rosenkranzartig aneinander

---

[1]) Woronine, M., Recherches sur les Algues marines. (Ann. d. sc. nat. Sér. 4. Bot. T. XVI. pag. 208—211. Taf. 10 u. 11.)

[2]) Decaisne, M. J., Mémoire sur les Corallines ou Polypiers calcifères. (Ann. d. sc. nat. Sér. II. Bot. T. XVIII. 1842. pag. 111.)

[3]) Harvey, W. H., Phycologia australasica 1858—63. Plate XXII. *Penicillus arbuscula* Mont.

[4]) Phytotheca Boreali-Americana by Collins, Holden and Setchell. *Avrainvillea longicaulis* (Kütz.) Murr. and Bood. Fasc. XVI 770: *Avrainvillea nigricans* Dcne. Fasc. XVI. 771.

gereihte kugelige Segmente geteilt erscheinen. Die fahnenbildenden Fäden sind unregelmäßig durcheinander verwoben, eine Verbindung derselben durch echte Seitenzweige fehlt.

Eine größere Übereinstimmung im Bau der Fahne zeigt die neue Alge dagegen mit den am einfachsten gestalteten Arten der Gattung *Udotea*[1]) den *Ud. Palmettae* J. Ag. (*Udotea glaucescens*, *U. Palmetta*, *U. Infundibulum*). Am nächsten kommt sie wohl der *U. Palmetta*[2]), sowie der von De Toni unter den wenig bekannten und zweifelhaften Arten angeführten *Udotea Kützingii* de Toni (*Flabellaria Palmetta* Kütz.[3]). Sie unterscheidet sich aber von allen diesen, entwickelungsgeschichtlich noch nicht bekannten Arten durch die auffallend kleinen Dimensionen, (*Ud. Palmetta* erreicht eine Höhe von 6—7 cm; bei *Udotea Kützingii* ist der fächerförmige Teil ca. 5 cm breit und 4 cm hoch). Im Gegensatze zu den genannten *Udotea*-Arten sind Rhizoidenstränge „Rhizome", von denen die gestielten Fahnen ihren Ursprung nehmen, noch nicht differenziert; an der Basis der rasenbildenden Pflanze findet sich ein aus getrennten Schläuchen bestehender Rhizoidenfilz. Außer den gestielten Fahnen, den „*Udotea*-Laubsprossen" gehen von diesem zahlreiche grüne Fäden aus, die sich regelmäßig dichotomisch verzweigen und frei wachsen. Diese besonderen Merkmale rechtfertigen wohl die Aufstellung einer neuen Art, welche als (*Udotea minima*) primitivste Ausbildungsform der Sektion der *Palmettae* der Gattung *Udotea* eingereiht werden kann.

Diagnose: *Udotea minima* n. sp. Ernst.

Thallus in unregelmäßig verzweigte farblose Rhizoiden und dichotomisch verzweigte grüne Schläuche differenziert. Diese 50—90 μ dick, durch Einschnürungen mit ringförmigen Membranverdickungen in kürzere und längere, zellenartige Abschnitte geteilt. Bildung einer zweiten Thallusform — kleiner, gestielter Fahnen, — durch Vereinigung dichotomisch geteilter, nunmehr auch echte Seitenäste bildender Fäden zu einem 0,5—1,5 cm langen, dünnen Stiel; dieser geht an seinem Ende durch fächerförmige Verbreiterung in die aus einer Fadenschicht bestehende Blattfläche oder Fahne über. Rand derselben im erwachsenen Zustande wiederum in freie, dichotomisch verzweigte Schläuche aufgelöst.

2. *Udotea Desfontainii* (Lamx.) Dcne.

Udotea Desfontainii (Lamx.) Dcne. ist eine der häufigsten *Siphoneen*-Arten im Golfe von Neapel. Sie verdankt ihre starke Verbreitung der Fähigkeit, sich den verschiedensten Bedingungen anzupassen; sie findet sich in bewegtem und ruhigem Wasser,

[1]) De Toni, I. B., Sylloge Algarum. Vol. I. Sect. 1. pag. 505.

[2]) Harvey, W. H., Nereis Boreali-Americana. 1858. Taf. XL C. fig. 1—5.

[3]) Kützing, T. F., Tab. phyc. Bd. VIII. 1858. Taf. 27.

erträgt im Gegensatze zu vielen anderen Algen direkte Insolation, kann aber auch mit ganz geringen Lichtmengen vorlieb nehmen. Man trifft sie demnach, dichte Rasen bildend, an Steinen und Hafenmauern in geringer Tiefe, in einzelnen meist schönen und kräftigen Exemplaren gehört sie auch zu den ständigen Besiedlern von Corallineen, Muscheln und Steinen in größeren Tiefen, im besondern auf den sog. Secchen des Golfes, d. h. der Küste mehr oder weniger nahe gelegenen Erhebungen des Meeresbodens mit steinigem oder felsigem Untergrunde. Nach Berthold[1]) findet sie sich in vereinzelten Exemplaren selbst noch in einer Tiefe von 100—120 m, wo überhaupt nur noch wenige Algen zu gedeihen vermögen. Der größte Teil meines Untersuchungsmateriales stammt von der Hafenmauer des Porto della villa Rendel am Posilipo aus einer Tiefe von 50 cm—1 m, einige Exemplare von der Secca di Gaiola aus 35—40 m Tiefe.

Im Vergleich zu *Udotea minima* und anderen später noch zu nennenden, ebenfalls einfach gebauten *Codiaceae* zeigt *Udotea Desf.* bei größerer Konstanz der äußeren Form einen komplizierteren Aufbau. Ihr Thallus gliedert sich in drei deutlich differenzierte Teile: einen verzweigten, in alle Vertiefungen der Unterlage eindringenden Rhizoidenstrang mit zahlreichen der Befestigung dienenden dünnen Rhizoiden, in den $1\frac{1}{2}$—5 cm langen und 1—3 mm dicken, runden oder plattgedrückten Stiel (Stipes), der sich an seinem oberen Ende in den dritten blattähnlichen Teil, die sog. Fahne oder den Fächer verbreitert. Meistens entspringen (Fig. 13 Taf. 7) demselben Rhizoidenstrang eine größere Zahl der gestielten Fächer. Diese sind von wechselnder Größe, 2—8 cm lang und häufig fast ebenso breit. Der Rand ist oft ganz unregelmäßig gebuchtet (Fig. 13a Taf. 7) oder gelappt[2]); nur bei völlig ungestörtem Wachstum entsteht die charakteristische breit ovale, mit der einen Längsseite gegen den Stiel hin verschmälerte Thallusform (unterer Teil von Fig. 13b und d, Taf. 7).

An den Fahnen von *Udotea Desfontainii* fallen die zahlreichen Proliferationen[3]) sofort auf; die meisten derselben entstehen am Fahnenrande (Fig. 13b); auch von den Seitenflächen der 80—120 μ dicken Fahne gehen Proliferationen zweierlei Art aus. Die einen derselben sind gestielt; der aus der Fläche entspringende Stiel ist entweder frei, oder in der Fahne liegend, mit derselben verwachsen; die anderen sind stiellos und sitzen unmittelbar auf der Blattfläche.

---

[1]) Berthold, G., Über die Verteilung der Algen im Golfe von Neapel. (Mitteilungen der zoolog. Station zu Neapel. Bd. III. 1882. pag. 426 und 499.)

[2]) Ein stark zerfetzter oder durch Schneckenfraß reduzierter Thallus ist abgebildet: Kützing, F. T., Phycologia gen. Taf. 42. III fig 1—3 und reproduziert in Wille, N., *Codiaceae.* (Natürl. Pflanzenfamilien. Teil I. Abteilg. 2. pag. 143) und Hauck, F., Die Meeresalgen Deutschlands und Östreichs. 1885. pag. 480.

[3]) Nägeli, C., Die neuern Algensysteme. 1847. pag. 179.

Der Rand der Fahne zeigt je nach dem Alter und der Wachstumsperiode ein verschiedenes Bild. An älteren Fahnen (Fig. 13b und e) unterscheiden wir schon mit bloßem Auge 5—8 mm lange, zylindrische, frei nebeneinander in der Ebene der Fahne verlaufende Fäden[1]). Viele derselben sind ungeteilt, andere zeigen eine oder zwei dichotomische Verzweigungsstellen (Fig. 35 Taf. 9). An denselben sind auch die charakteristischen Einschnürungen an der Basis der Äste mit den ringförmigen Membranverdickungen wahrzunehmen. Das Vorhandensein dieser Fäden deutet an, daß der Thallus sich am Ende seines Wachstums oder doch wenigstens in einer Periode langsamer Entwickelung befindet. Zur Zeit lebhaften Wachstums dagegen zeigt die Fahne einen einheitlichen, scharf abgegrenzten Saum, der sich im mikroskopischen Bilde ebenfalls aus einzelnen, längsverlaufenden Fäden zusammengesetzt erweist. Diese sind ungefähr von gleicher Länge und gehen allmählich in den festverbundenen Teil des Thallus über. Im Vergleich zu den erstgenannten Fäden zeigen sie unregelmäßige Form und unterscheiden sich namentlich von denselben durch die Bildung zahlreicher, ebenfalls unregelmäßig gestalteter Nebenäste. In den Fig. 36—41 Taf. 9 sind einige dieser Fadenenden gezeichnet, welche alle Übergänge von der regelmäßig erfolgenden dichotomischen Verzweigung am Scheitel (Fig. 36 und 37) zur Bildung regellos angeordneter und geformter Seitenäste zeigen.

Sucht man einen dieser Fäden von seinem Scheitel aus in die Fahne hinein zu verfolgen, was an gut aufgehellten Präparaten leicht möglich ist, so zeigen die vom Scheitel gegen die Basis der Fahne aufeinanderfolgenden Seitenäste alle Wachstumsstadien, welche der einzelne Ast bis zu seiner vollen Entwickelung durchläuft. Wir sehen, wie an demselben zunächst durch Bildung unregelmäßig geformter und angeordneter Verzweigungen zweiter und dritter Ordnung zahlreiche Ästchen entstehen und diese schließlich durch Ausbuchtung der gesamten Oberfläche merkwürdige Formveränderungen erleiden. Meine Beobachtungen hierüber stimmen ganz mit denjenigen Küsters[2]) überein, dessen Beschreibung ich in diesem Punkte nichts Wesentliches hinzufügen kann. Die zwei ältesten Nebenäste des in Fig. 42 Taf. 9 dargestellten verzweigten Fadens stehen am Ende ihrer Entwickelung und unterscheiden sich von den weiterhinfolgenden, älteren (in der Figur nicht mehr dargestellten) nicht wesentlich. Sie lassen deutlich erkennen, daß die an den Nebenästen erster Ordnung entstehenden Verästelungen zweiter und dritter Ordnung nicht nach allen Seiten von ihrem Träger abstehen, sondern ungefähr in einer Ebene angeordnet sind. Sie zeigen in diesem letzten Wachstumsstadium im Gegensatze zum unverändert bleibenden Zweig erster Ordnung allseitiges Flächen-

[1]) s. a.: Kützing, F. T., Tab. phyc. Bd. VII. 1857. Taf. 19a.

[2]) Küster, E., Zur Anatomie und Biologie der adriatischen *Codiaceen*. (Flora. Bd. 85. 1898. pag. 181.)

wachstum. Dasselbe führt zur Bildung zahlreicher unregelmäßiger Ausbuchtungen, die sich ineinander verzahnen, und hört erst auf, wenn die Rindenlappen desselben Zweiges und diejenigen benachbarter Zweige (Fig. 43 Taf. 9) so vollständig miteinander in Berührung getreten sind, daß sie ein epidermisähnliches Scheingewebe bilden.

Die in einer einfachen Schicht angeordneten, zweigbildenden Hauptfäden, die sog. „Markschläuche" der „Markschicht" kommen infolge dieses eigenartigen Wachstums der Seitenzweige („Rindenschläuche") zwischen zwei fast überall festgeschlossene Pseudogewebe, die „Rindenschichten" zu liegen. Die am wachsenden Rande also zunächst aus einer einfachen Lage zilindrischer Fäden bestehende Fahne wird durch diese besondere Form der Berindung in den älteren Teilen dreischichtig, damit erheblich dicker und gegen mechanische Einflüsse, welche Verletzungen oder ein Zerreißen zur Folge haben, widerstandsfähiger.

Auf Querschnitten durch die Fahne kann die Zusammensetzung derselben aus den drei Schichten leicht ersehen werden. Wir finden in denselben eine mediane Reihe von querdurchschnittenen, teils locker nebeneinander liegenden, teils miteinander verkitteten Markschläuchen und auf jeder Seite dieser Schicht, gewöhnlich durch einen Zwischenraum von ihr getrennt, die dicht zusammenschließenden Ausbuchtungen der Nebenästchen letzter Ordnung. Dieser Abstand der Rindenschichten von der Markschicht ist darauf zurückzuführen, daß die mit ihren Ursprungsstellen mehr oder weniger in einer, auf der Fahnenfläche senkrechten Ebene liegenden Seitenäste (Fig. 42 u. 43 Taf. 9) unmittelbar über der Ursprungsstelle noch unverzweigt bleiben, weshalb die Ästchen höherer Ordnung mit ihren Ausbuchtungen in einige Entfernung von der Markschicht zu liegen kommen.

Markfäden und Rindenschläuche sind von verschiedenem Durchmesser, die letzteren sind im allgemeinen enger als die ersteren und zeigen in ihrem Verlaufe zahlreiche Verengerungen und Erweiterungen. Im Vergleich zu den frei wachsenden dichotomisch verzweigten Schlauchenden älterer Fahnen ist der Durchmesser der im Kontakt mit anderen gewachsenen Markschläuche immer geringer, er sinkt von durchschnittlich 75—90 μ der ersteren oft auf 20—32 μ hinunter. Die ringförmigen Membranverdickungen an den Einschnürungsstellen treten ebenfalls, aber nicht konstant auf. Sie fehlen meistens an der Ursprungsstelle der Seitenzweige oder sind hier in der Art ausgebildet, daß sich die sekundären Verdickungsschichten nur auf einer Seite anlagern, so daß im optischen Schnitte durch den Faden nicht (wie in Fig. 35 und 42a Taf. 9) zwei sich entsprechende Vorwölbungen vorhanden sind, sondern nur eine, (Fig. 42b) auf der Außen- oder Innenseite gelegene.

Aus der steten Aufeinanderfolge der in ihrer Intensität sich fortwährend ändernden beiden Wachstumsvorgänge, welche zu-

sammen die Fahnenbildung von *Udotea Desfontainii* bedingen, läßt sich auch die merkwürdige, sowohl an frischen als an getrockneten Pflanzen (s. a. Fig. 13 Taf. 7) stets deutlich wahrnehmbare Zonenbildung der Fahne erklären. Es sind auf derselben gewöhnlich eine kleinere oder größere Anzahl verschieden weit voneinander abstehender, konzentrischer, dunkler Streifen ausgeprägt. Das Zentrum derselben liegt am oberen Ende des Stieles, bleibt für Proliferationen (Fig. 13b) an der gleichen Stelle oder (Fig. 13d) wird an die Ursprungsstelle der Proliferation am Rande der älteren Fahne verschoben. Die Untersuchung epiphytenfreier, mit Kalilauge und Chloralhydrat aufgehellter Fahnenstücke ergibt, daß die den dunkeln Zonen des frischen oder getrockneten Thallus entsprechenden Streifen sich durch besonders starke Rindenbildung auszeichnen, und daß die Ausbuchtungen der Nebenästchen zu einer ununterbrochenen Schicht zusammenschließen. In den helleren Partien dagegen ist sowohl die Zahl der Seitenzweige als auch diejenige der Ausbuchtungen ihrer Endverästelungen eine geringere; es entstehen Lücken in der Bedeckung der Markschläuche und an den hellsten Partien zwischen zwei dunkeln Zonen liegen sie stellenweise fast ganz bloß.

Die unmittelbar durch Verbreiterung des Stieles entstandene Fahnenbasis ist gewöhnlich einheitlich dunkel gefärbt, da die Berindung bereits an der jungen Pflanze (Fig. 13c u. 14 Taf. 7) vollständig ausgebildet ist. Der Entstehungsart der Zonen entsprechend finden wir dagegen am Fahnenrande immer eine helle Zone, welche zur Zeit langsamen Wachstums fast völlig farblos erscheint, da sowohl die Markschläuche als auch die Anlagen der Rindenschläuche anstelle der Chlorophyllkörner ausschließlich Stärke führen.

Wie die Fahne ist auch der zilindrische oder seitlich zusammengedrückte Stiel aus Mark- und Rindenschläuchen aufgebaut. Die Markschläuche sind in demselben entweder zu einem einzigen zentralen Bündel oder zu mehreren dünneren Strängen vereinigt, welche durch Seitenzweige miteinander verbunden sind. Die einzelnen Schläuche verlaufen parallel und werden in diesem Falle durch Adhäsion der sich berührenden Membranen zusammengehalten, oder es wird für die Herstellung eines einheitlichen Bündels durch Verflechtung der Schläuche gesorgt. Charakteristisch für die Gestalt der Markschläuche im Stiel ist der im Vergleich mit den Markschläuchen der Fahne viel größere Wechsel ihres Durchmessers, die Bildung stark eingeengter Stellen, an welchen die ringförmigen Membranverdickungen gewöhnlich fehlen. In Übereinstimmung mit den Markschläuchen der Fahne bilden sie ebenfalls zahlreiche, sich wieder verzweigende Seitenäste, deren Verzweigungen zweiter und dritter Ordnung sich aber nicht in eine Ebene einordnen, sondern in verschiedenen Winkeln von den Markschläuchen weg gegen die Peripherie des Stieles hinstreben. Hier entstehen (Fig. 44 Taf. 9) nach einer letzten, häufig wiederum dichotomischen Verzweigung an

den äußersten dicht gedrängten Nebenästchen, allerdings in kleinerer Zahl als bei der Rindenbildung der Fahne, die ineinandergreifenden und zuletzt dicht zusammenschließenden Ausbuchtungen.

Es wird also auch am Stiel ein vollständiger Abschluß nach außen hergestellt, und es zeigt die Oberfläche des Stieles, indem jede Ausbuchtung der kammförmig angeordneten Ästchen letzter Ordnung, von außen betrachtet, als eine besondere „Zelle" erscheint, einen pseudoparenchymatischen Bau. (Die einzelnen zellenartig begrenzten, scheinbar durch kleine Interzellularen voneinander teilweise getrennten Gebilde (Fig. 45 Taf. 9) sind also nicht Zellen, sondern bloß die Vorderansicht der in Fig. 44 Taf. 9 von oben sichtbaren lappenartigen Ausbuchtungen.)

Auch die Rhizoidenstränge „Rhizome" sind aus ungleichwertigen Teilen zusammengesetzt. Im Innern derselben finden wir, je nach der Mächtigkeit des ganzen Stranges einen oder auch mehrere Schläuche, welche die Markschläuche des Stieles und der Fahne an Dicke bedeutend übertreffen (Fig. 46 Taf. 9). Von diesen aus gehen als seitliche Abzweigungen zahlreiche dünnere, an der Basis häufig eingeschnürte Rhizoiden, welche sich später wiederum erweitern und Rhizoiden dritter und vierter Ordnung erzeugen. Von diesen letzteren umhüllt ein großer Teil in wirrem Geflecht die zentral verlaufenden Schläuche erster und zweiter Ordnung, so daß durch ihre Vereinigung die in Fig. 13—15 Taf. 7 dargestellten dicken Stränge entstehen. Die frei abstehenden funktionieren als eigentliche Haftorgane und befestigen den dem Substrate anliegenden Strang, indem sie sich an den Unebenheiten der Unterlage festklammern. Diese Haftrhizoiden erinnern in ihrem Aussehen an die Seitenzweige in Fahne und Stiel. Sie sind aber viel dünner; ihr Durchmesser ist ziemlich konstant zwischen 10—20 μ. In Anpassung an ihre Funktion sind die meisten Haftrhizoiden dickwandig (Fig. 48 bis 50 Taf. 9); die Wanddicke beträgt häufig $^1/_5$ des ganzen Durchmessers (3 μ).

Der mit der Befestigung am Substrate betraute Scheitel ist häufig in einige ganz unregelmäßig gestaltete und angeordnete Endzweige gegliedert (Fig. 48 u. 49 Taf. 9); bisweilen teilt er sich ziemlich regelmäßig dichotomisch in eine Anzahl von Ästchen, die je nach der Form der zu umfassenden Unebenheit mit ihren ausgebuchteten Scheiteln in einer Ebene oder einem Teil einer Kugeloberfläche angeordnet sind (Fig. 50 Taf. 9). Es wird in dieser Art ein Haftorgan erzeugt, das in seiner Ausbildung an die demselben Zwecke dienenden Fußzellen vieler Fadenalgen erinnert und zum Teil auch mit gleichwertigen Teilen anderer *Siphoneen*, wie *Vaucheria*, *Bryopsis*, *Derbesia*, *Codium* und *Valonia* Ähnlichkeit zeigt. Eine Abtrennung des zum Haftorgan umgewandelten Scheitels vom übrigen, fadenförmigen Rhizoid durch eine Querwand, wie von Famintzin[1])

[1]) Famintzin, A., Beiträge zur Kenntnis der *Valonia utricularis*. (Bot. Zeitg. Jahrg. 18. 1860. Taf. X. Fig. 5—7.)

für *Valonia utricularis* angegeben wird, war bei *Udotea Desfontainii* nicht zu beobachten.

Im Vergleich zu *Udotea minima* zeichnet sich *Udotea Desfontainii* durch eine vollständiger durchgeführte, einheitlichere Formbildung aus, durch welche zugleich größere Festigkeit und größere Dimensionen des ganzen Vegetationskörpers ermöglicht werden. Immerhin besteht auch bei dieser Art der ganze Thallus aus einer einzigen fadenförmigen, ungegliederten, aber vielfach verzweigten Zelle, deren Zweige miteinander verflochten sind oder teilweise so dicht aneinander schließen, daß sie scheinbar einen parenchymatischen Gewebekörper bilden. Die bei *Udotea minima* auch bei der Bildung der kleinen gestielten Fahnen noch vielfach vorkommende typische Form der Markschläuche mit dichotomischer Verzweigung, Einschnürungen und Membranverdickungen ist bei der Ausbildung des stärker differenzierten Vegetationskörpers von *Udotea Desfontainii* vollständig durch eine bessere, plastische Form und Verzweigungsart verdrängt worden. Daß diese aber nur sekundäre Variationen der ursprünglich gleichen Gestaltungsvorgänge sind, ergibt sich aus der schon besprochenen Tatsache, daß wir am Scheitel älterer Fahnen die einfachen zilindrischen Markschläuche mit den regelmäßig geformten dichotomischen Verzweigungsstellen wiederfinden. Es spricht hierfür auch der weitere Umstand, daß, wie im folgenden Abschnitte ausgeführt ist, bei Regenerationsvorgängen an verstümmelten Pflanzen zunächst diese einfache und ursprünglichere Fadenform auftritt.

3. Regenerationserscheinungen an *Udotea Desfontainii*.

Infolge Verletzung oder teilweiser Zerstörung einzelner wachstumsfähiger Teile werden bekanntlich bei vielen Pflanzen eine Reihe verschiedenartiger physiologischer Prozesse ausgelöst, welche zum Teil die Restitution der verwundeten Zellen, die Regeneration von Geweben und die Reproduktion und Regeneration verlorener Organe zur Folge haben. Da diese Erscheinungen in letzter Zeit lebhaftes Interesse gefunden haben, seien hier die Ergebnisse von Versuchen und Beobachtungen mitgeteilt, die ich an *Udotea* zu machen Gelegenheit hatte.

Die einzelne oder einem Verbande angehörende Pflanzenzelle ist nicht imstande, in verwundetem Zustande, bei teilweise zerstörter oder abgehobener Membran oder gar mit beschädigtem Protoplasten, ohne Beeinflussung aller ihr zukommenden Lebenserscheinungen längere Zeit zu verharren. Sie geht entweder zugrunde, oder es vollziehen sich in ihr vermöge „ihrer Befähigung zu einem selbstregulatorischen, zweckentsprechenden Walten“ [1]) mehr oder weniger rasche und durchgreifende Reaktionen, welche die Wiederherstellung eines dem früheren gleichen oder ähnlichen Zustandes bezwecken. Man bezeichnet die Summe dieser

[1]) Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. Bd. II. 1. Hälfte, pag. 155.

infolge der Störung des allgemeinen Gleichgewichtszustandes durch die traumatische Reizung veranlaßten, an der Wundstelle selbst sich einstellenden Reaktionen als Heilungs- und Vernarbungsprozeß. Demselben folgen sowohl bei der einzelnen verwundeten Zelle als auch bei verwundeten Geweben und Organen andere Reaktionen nach, welche den vollständigen oder teilweisen Ersatz des Verlorenen durch Regeneration zum Zwecke haben.

Zur Beantwortung der Fragen über den Vorgang der Wundheilung eignen sich die *Siphoneen* in allererster Linie, und sie sind deshalb schon mehrmals Gegenstand allgemein bekannt gewordener Untersuchungen gewesen. Bei den meisten der untersuchten *Siphoneen*[1]), bei *Botrydium, Vaucheria, Caulerpa, Derbesia, Halimeda, Valonia* u. a. umgibt sich der durch Verwundung von der Membran losgelöste Protoplast an der ganzen freigewordenen Oberfläche mit einer neuen Membran; nur in wenigen Fällen, z. B. bei *Codium* fehlt nach Küster dieses Vermögen der Bildung von Vernarbungsmembranen und damit der Restitution des verwundeten Schlauchsegmentes vollständig, was auf besondere biologische Verhältnisse bei dieser Pflanze hinzuweisen scheint.

Das Verhalten angeschnittener *Udotea*-Schläuche, der freien dichotomisch verzweigten Fäden oder der in der Fahne nebeneinander liegenden, am Rande freien Markschläuche stimmt am meisten mit den auf die Verwundung folgenden Vorgängen in den dicken, zilindrischen *Derbesia*-Fäden[2]) überein. Unmittelbar nach der Abtrennung eines Schlauchstückes werden aus den Schnittflächen der beiden Röhrenglieder größere Mengen von Protoplasma mit Chlorophyllkörnern sowie Zellsaft ausgestoßen. Kleinere abgetrennte Röhrenstücke gehen zugrunde. In den größeren, regenerierenden nimmt zunächst das Plasma infolge der Aufhebung des Turgors auf größere Entfernung von der Schnittfläche, in den dichotomisch verzweigten und durch Einschnürungen gegliederten Fäden meistens bis zur nächstfolgenden Einschnürungsstelle hin, ein verändertes Aussehen an, indem es sich wie bei leichter Plasmolyse etwas von der Membran loslöst. Die im unverletzten Schlauche gleichmäßig verteilten Chlorophyllkörner ziehen sich zu feinen, zu einem Netz

[1]) Hanstein, J. J., II. Reproduktion und Reduktion der *Vaucheria*-Zellen. (Botanische Abhandlungen. Bd. IV. Heft 2. pag. 45—56.)
Wakker, J. H., Die Neubildungen an abgeschnittenen Blättern von *Caulerpa prolifera*. [Ref. v. Noll in Bot. Zeitg. 1886. pag. 853/54.]
Klemm, P., Über die Regenerationsvorgänge bei den *Siphonaceen*. (Flora. Bd. 78. 1894. pag. 19—41.)
Küster, E., Zur Anatomie und Biologie d. adriat. *Codiaceen*. (Flora. Bd. 85. pag. 170—188.)
— — Über Vernarbungs- und Prolifikationserscheinungen bei Meeresalgen. (Flora. Bd. 86. 1899. pag. 143—160.)
Winkler, H. Über Polarität, Regeneration und Heteromorphose bei *Bryopsis*. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35. 1900. pag. 449—469.)

[2]) Klemm, P., l. c. pag. 22.

verbundenen Strängen zusammen, so daß der Faden ähnlich einem sich zur Zoosporenbildung vorbereitenden Aste von *Bryopsis*[1]) aussieht. — Aus der Tatsache, daß diese Inhaltsbewegungen in den dichotomisch verzweigten Fäden sich meistens nur bis zur Einengung des Lumens über der nächsten Verzweigungsstelle erstrecken, geht hervor, daß die für alle *Codiaceen* so charakteristische Gliederung der Schläuche für die Ökonomie der Pflanze von einiger Bedeutung ist, um so mehr, als an den zahlreichen Fäden, an denen die Wundheilung nicht erfolgt, das verletzte Schlauchstück durch Membranbildung in der nächsten Einschnürungsstelle vom unversehrten Fadenteile abgetrennt wird. — Der ersten Ausstoßung größerer Mengen von Plasma und Zellsaft aus der Schnittfläche folgt ein langsames Zuströmen weiterer, Chlorophyllkörner führender Plasmamassen gegen die Wunde hin. Hier hat sich inzwischen der plasmatische Wandbeleg von der Membran losgelöst, und die durch den Schnitt entstandenen, nunmehr über dem geöffneten Saftraume zusammenneigenden Ränder beginnen ineinanderzufließen, so daß das zuströmende Plasma hinter dem neuen, nach außen konvex vorgewölbten Plasmascheitel eine dichte Kappe bildet, in welcher zahlreiche Chlorophyllkörner in einen Klumpen zusammengeballt liegen. Wenn nachher mit der rasch vorwärtsschreitenden Heilung der Turgor wieder hergestellt ist, verteilen sich diese sowie die in den Strängen vereinigten Chlorophyllkörner wieder in regelmäßiger Weise in dem der Wand anschließenden plasmatischen Belege.

Nach der Restitution des Protoplasten wird nach einigen Stunden durch Membranbildung am neuen Scheitel die Wundverheilung abgeschlossen. Infolge eines späteren langsamen Zurückweichens des Protoplasten von der neu gebildeten Membran und steter Neubildung von Zelluloseschichten findet an diesen Vernarbungsstellen vielfach die Bildung ähnlicher, unförmlicher, geschichteter Zellulosekappen statt, wie sie von Klemm[2]) für *Derbesia*, von Hanstein[3]) für *Vaucheria* dargestellt und für *Udotea* auch schon von Küster[4]) erwähnt worden sind.

Die einer Wundverheilung nachfolgenden Wachstumsvorgänge schaffen nur selten ein dem verlorenen völlig gleiches Organ[5]). Die Herstellung einer gewissen Kongruenz zwischen dem verlorenen und dem neu entstehenden Organe wird am ehesten erreicht durch die Proliferation, bei welcher entweder aus der ganzen Wundfläche oder nur aus einem Teile derselben ein oder auch mehrere stellvertretende neue Organe erzeugt werden.

[1]) Pringsheim, N., Über die männl. Pflanzen und die Schwärmsporen der Gattung *Bryopsis*. (Bd. 1 d. ges. Abhandlungen. Fig. 8, Taf. V.)

[2]) Klemm, P., l. c. Fig 6, Taf. V.

[3]) Hanstein, J., l. c. Fig. 4c, Taf. IX.

[4]) Küster, E., Anat. u. Biologie d. adr. *Cod.* pag. 187.

[5]) s. a. Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. 1903. pag. 9.

Die Tendenz, verloren gegangene Teile durch morphologisch oder wenigstens physiologisch gleichwertige zu ersetzen, kommt nicht nur höheren Pflanzen allgemein zu, sondern ist nach den Untersuchungen Küsters auch den Algen eigen und führt bei diesen, namentlich bei zahlreichen *Phaeophyceae* (z. B. *Cutleria*, *Fucus*, *Dictyota*, *Dictyopteris*) und bei *Rhodophyceae* zu den verschiedenartigsten Regenerationsvorgängen.

Von proliferierenden *Siphoneen* erwähnt Küster[1]) nur *Codium tomentosum* und *Derbesia Lamourouxii*.

Der aus langen, dicht miteinander verflochtenen Zellfäden bestehende Thallus von *Codium tomentosum* verzweigt sich im allgemeinen dichotomisch, doch bleibt häufig der eine Gabelast im Wachstum zurück, sodaß bei weiterer Verzweigung scheinbar tri-polychotome Verzweigungen entstehen. Außer diesen, auf den regelmäßigen Teilungsmodus zurückzuführenden besonderen Formen fand Küster noch andere Verzweigungen, welche sich dem dichotomischen Typus nicht einordnen lassen, sondern durch Proliferation infolge vorangehender Verstümmelung entstehen. Am Ende verstümmelter Sprosse findet man häufig 3—4 Adventivtriebe, und ebenso zeigen sich solche häufig nach vorausgehender Verwundung an den Gabelungsstellen.

Bei *Derbesia Lamourouxii* findet man sehr häufig an den dicken, im allgemeinen unverzweigten Ästen der büscheligen Rasen die zuerst von Hauck[2]) erwähnten Büschel verschieden langer und verschieden dicker proliferierender Ästchen, zu deren Bildung, da sie besonders am Ende verkürzter Äste auftreten, ebenfalls die vorausgehende Verletzung des Schlauches Veranlassung gegeben haben dürfte.

Wie wir gesehen haben (pag. 207), zeigt die unverletzte Pflanze von *Udotea Desf.* an allen ihren Teilen, an Rhizom, Stiel und Fahne ein kräftiges Proliferationsvermögen. Aus dem kriechenden Rhizom einer älteren Pflanze sprossen fortwährend zum Ersatz der absterbenden, durch den Wellenschlag zerfetzten oder durch Schneckenfraß zerstörten assimilierenden Teile, neue fahnenbildende Stiele hervor. Am Stiele älterer Fahnen entstehen ebenfalls durch Proliferation neue Stiele, welche infolge ihrer kräftigen Ausbildung später häufig den Eindruck ursprünglicher Verzweigungen machen. Am zahlreichsten aber sind an den intakten Pflanzen die Proliferationen der Fahnen, an welchen sie sowohl dem freien Rande als auch der Fläche selbst entspringen.

Es war zu erwarten, daß dieses Proliferationsvermögen auch an absichtlich und in bestimmter Weise verstümmelten Pflanzen sich äußern würde. Die angestellten Experimente ergaben die Richtigkeit dieser Vermutung. Es gelingt leicht, an verwundeten, kräftig wachsenden Pflanzen Regenerationsbildungen hervorzu-

[1]) s. a. Küster, E., Über Vernarbungs- und Prolifikationserscheinungen bei Meeresalgen. (Flora. Bd. 86. 1899. pag. 143 bis 160.)

[2]) Hauck, F., Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. (Rabenhorsts Kryptogamenflora. Bd. II. 1885. pag. 476.)

rufen. Im besonderen treten sie an Rhizom und Stiel auf, während isolierte Fahnen sich hierfür weniger geeignet erweisen. Schneidet man an ganzen Pflanzen die Fahnen unmittelbar an ihrer Basis weg, so wachsen 2—4 Wochen nach dieser Amputation die Markschläuche des Stieles aus der Schnittfläche und unterhalb derselben zu frei sich entwickelnden Fäden aus (Fig. 14 Taf. 7). Nachdem diese, vom freien Ende des Stieles ähnlich den freien Fäden eines *Penicillus*[1]) nach allen Seiten pinselförmig abstehenden Schläuche (Fig. 15 u. 16 Taf. 7) eine bestimmte Länge erreicht haben, beginnen sie sich dichotomisch zu verzweigen. Es entstehen die in Fig. 17 u. 18 Taf. 7 gezeichneten Zweigsysteme, welche eine Länge von 2—3 cm erreichen. Der Vorgang der dichotomischen Verzweigung, die Form der älteren Gabelungsstelle mit den Einschnürungen und ringförmigen Membranverdickungen an der Basis der Äste stimmen vollständig mit den Befunden an *Dichotomosiphon*, *Penicillus* und *Udotea minima* überein. Der Vergleich von Fig. 20 Taf. 7 mit Fig. 8 u. 9 Taf. 7 von *Udotea minima* und Fig. 2 Taf. VI von *Dichotomosiphon*[2]) ergibt als einzigen Unterschied, daß bei *Udotea Desfontainii* die Einschnürungsstelle in charakteristischer Weise etwas weiter über die Verzweigungsstelle hinauf verschoben ist. Der Durchmesser dieser durch Regeneration entstehenden Schläuche ist größer als derjenige der Markschläuche des Stieles und der Fahne und übertrifft auch um weniges denjenigen der am Rande älterer Fahnen freien, fransenbildenden Markschläuche. Wie bei den anderen besprochenen *Siphoneen* bleibt auch hier die Schlauchbreite nicht konstant, sondern zeigt bedeutende Schwankungen. Die nachfolgenden Zahlen geben die Durchmesser der aufeinander folgenden weitesten und engsten Partien eines 6 mm langen Schlauchstückes zwischen 2 Verzweigungsstellen: 78, 81, 99, 68, 75, 72, 66, 78 μ; Breite der Verzweigungsstelle 120 μ, Einschnürungsstelle der Äste 42 μ. Durchmesser der Äste (100 μ von der Einschnürung entfernt) wieder 79 μ.

Es entstehen also durch Regeneration der verstümmelten *Udotea Desfontainii* Schlauchformen wieder, wie sie an der normal sich entwickelnden Pflanze erst am Ende der Vegetationsdauer und in geringerem Maße sich ausbilden. Außer der Bildung dieser frei wachsenden Fäden findet etwa, namentlich bei Regeneration an der Fahnenbasis (Fig. 17 Taf. 7) eine Reproduktion der Fahne selbst statt. Von den aus der Schnittfläche entsprossenden Schläuchen entwickelt sich nur ein Teil frei, während andere unmittelbar nach ihrer Anlage sich in der Ebene der Fahnenbasis nebeneinander legen und durch Bildung von Seitenzweigen die Verbindung der parallelen Schläuche zu einer neuen Fahne vollziehen. Die neuen Fahnen unterscheiden sich aber immer leicht von den primär gebildeten. Die verflochtenen Markschläuche haben den gleichen Durchmesser wie die nebenan

[1]) Woronin, M., l. c. Fig. 2—4, Taf. X.
[2]) Beihefte z. bot. Centralblatt. Bd. XIII. 1902.

frei wachsenden Schläuche, die Verzweigung findet am Scheitel noch immer durch Dichotomie statt, und die echten Seitenäste werden erst in einiger Entfernung vom wachsenden Scheitel angelegt, während beim raschen Wachstum der primären Fahne der Scheitel der Markschläuche selbt, durch Übergang von der dichotomischen zu einer unregelmäßig erfolgenden Zweigbildung, die Anlagen der Seitenäste erzeugt und dadurch die in den Fig. 36—41 Taf. 9 gezeichneten Formen erhält.

Selbst noch in späteren Stadien, wenn sie schon eine Länge von 2—4 cm erreicht haben, unterscheiden sich die regenerierten Fahnen von den normal gewachsenen wesentlich, im besondern durch ihre unvollständige Berindung. Die Seitenäste verzweigen sich weniger reichlich, die Nebenäste zweiter Ordnung strecken sich, während die Verzweigungen dritter Ordnung kurz sind und die Randausbuchtung fast immer unterbleibt. Infolgedessen zeigen die Nebenäste sogar noch 3 cm hinter dem wachsenden Rande ähnliches Aussehen wie diejenigen einer Fahne von *Udotea minima* (Fig. 30 Taf. 8), also einer noch weniger vollkommenen Thallusform, an welcher eine vollständige Berindung noch nicht ausgebildet wird, durch die Verzweigung der Nebenäste aber schon in genügender Weise für die Verflechtung der Markschläuche gesorgt ist.

In Analogie zu *Caulerpa*[1], bei welcher selbst kleinere Stücke der blattartig entwickelten Thallusteile sich regenerationsfähig erweisen, konnte auch für *Udotea* ein entsprechendes Verhalten isolierter Fahnen und von Teilen solcher erwartet werden. Die angestellten Versuche ergaben aber, daß wenigstens zu der Zeit, da Neubildungen an den Stielen und Rhizomen auftraten, noch keine Regeneration an den verschieden orientierten Fahnenstücken erfolgte. An den durchschnittenen Fäden war die Verheilung des angeschnittenen Segmentes oder der Abschluß der unverletzten Partie durch Membranbildung in der nächstfolgenden Einschnürung in gewöhnlicher Weise erfolgt, aber es entstanden nachher an der Schnittfläche keine Neubildungen. Nur diejenigen Stücke, welche zum Teil durch eine Partie des ursprünglich freien, wachsenden Fahnenrandes begrenzt waren, zeigten an dieser Stelle unverändertes Wachstum. Es erfolgte hier zunächst eine Vergrößerung der berindeten Spreite und schließlich, wie am unverletzten Thallus, die Ausbildung der freien, wieder dichotomisch geteilten Endstücke der Markschläuche.

An isolierten größeren und kleineren Rhizomstücken erfolgte nach 2—3 Wochen stets sowohl die Bildung neuer Stiele, welche sich in normaler Weise zu den Fahnen verbreiterten, wie auch das Wachstum des Rhizoms durch Neubildungen an der Schnittfläche selbst. Der letztere Wachstumsprozeß stimmt mit dem

[1]) Wakker, J. H., Die Neubildungen an abgeschnittenen Blättern von *Caulerpa prolifera*. [Ref. v. F. Noll in Bot. Zeitg. 1886, pag. 853/54.]
Klemm, P., Über *Caulerpa prolifera*. (Flora, Bd. 77, 1893, pag. 460—486.)

früher beschriebenen normalen Rhizomwachstum vollständig überein.

4. Zur Phylogenie und Systematik der *Codiaceen*.

Der Vergleich der beiden beschriebenen *Udotea*-Arten miteinander, mit anderen Arten derselben und anderer Gattungen der Familie der *Codiaceae*, wie *Penicillus*, *Halimeda*, *Codium* u. a. ergibt, daß die jetzt lebenden, verschieden hoch organisierten Gattungen der *Codiaceae* den Verlauf der Formenentwicklung, welche zur Bildung der am höchsten differenzierten Gattungen führte, noch deutlich erkennen lassen und die höheren Formen entweder im regelmäßigen Verlaufe ihrer Entwicklung zeitweise, dann auch bei Regenerationserscheinungen auf die einfacheren Formen zurückkommen. In dieser letzten Erscheinung, welche sogar bei *Udotea minima* und *Penicillus mediterraneus* das Nebeneinanderbestehen zweier Thallusformen bedingt, äußert sich eine merkwürdige Analogie zur Entwickelungsweise vieler zellig gebauter höherer Pflanzen: auf dieselbe soll hier etwas näher eingegangen werden.

In der Art der Entwickelung der Keimzelle einer zellig gebauten Pflanze zum Vegetationskörper lassen sich nach Goebel[1]) zwei (nicht immer scharf trennbare) Fälle auseinander halten:

1. Der Keim wächst direkt zur Pflanze aus, wobei die Gliederung der letzteren häufig erst allmählich erreicht wird. Man spricht also von direkter, homoblastischer Keimung, wenn z. B. aus der befruchteten Eizelle eines Farnkrautes ein Embryo hervorgeht, dessen Organisation bereits mit derjenigen der erwachsenen Pflanze im wesentlichen übereinstimmt, oder wenn die Zoospore einer *Vaucheria* in einen grünen, mit einem wurzelähnlichen Haftorgan versehenen Schlauch auswächst oder zunächst einen chlorophyllhaltigen Keimfaden und hierauf einen zweiten rhizoidartigen bildet, also diejenigen Teile, aus welchen der Vegetationskörper der *Vaucheria* zeitlebens zusammengesetzt erscheint.

2. Aus der Keimzelle entwickelt sich zunächst ein einfach gebauter „Vorkeim“, an welchem erst als seitliche Sprossung eine höher entwickelte Sproßform auftritt: es ist dies die indirekte, heteroblastische Keimung. Das bekannteste und auffallendste Beispiel bieten die Laubmoose, aus deren Sporen zunächst ein gewöhnlich fadenartiger Vorkeim entsteht, der früher infolge seiner großen Ähnlichkeit mit Fadenalgen als Gattung *Protonema* diesen zugezählt wurde. An diesem Vorkeim (*Protonema*), der sich oft jahrelang erhält und bei einzelnen Laubmoosen den wichtigsten Teil des Vegetationskörpers bildet, entstehen entweder einmal oder an ausdauernden Vorkeimen zu wiederholten Malen durch seitliche Knospung die beblätterten Moosstämmchen.

[1]) Goebel, K., Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. (Handbuch d. Botanik v. Schenk. Bd. III. 1. Hälfe. pag. 157.)

Zahlreiche Beispiele heteroblastischer Keimung sind auch bei den *Thallophyten* bekannt; ich möchte hier nur an zwei, für den Vergleich mit den *Codiaceen* besonders wichtige Fälle unter den *Florideen* erinnern.

Placophora Binderi J. Ag. kommt als Epiphyt auf anderen Meeresalgen, besonders auf *Codium*, vor. Das Wachstum ihres flachen, krusten- oder scheibenförmigen Thallus ist von Askenasy[1]) und Falkenberg[2]) beschrieben worden. *Placophora* unterscheidet sich mit den Gattungen *Pollexfenia* und *Jeannerettia* von den andern *Rhodomelaceae* dadurch, daß sie nicht vermittelst einer einzigen Scheitelzelle, sondern mit einer aus zahlreichen Zellen bestehenden Scheitelkante wächst. Die Beobachtung der Wachstumserscheinungen ergab aber, daß die Scheitelkante nicht aus gleichwertigen Initialen gebildet wird, sondern vielmehr zusammengesetzt ist aus den Scheitelzellen ungleichwertiger Äste eines reichverzweigten *Polysiphonia*-ähnlichen Sproßsystems, dessen sämtliche Verzweigungen, in einer Ebene liegend, der Länge nach kongenital verwachsen sind. Infolge dieser Verwachsung der Initialzellen entsteht also eine neue, bandförmige Form des Thallus, während die übrigen *Rhodomelaceae* aus freien, langgestreckten stielrunden und reich verzweigten Achsen bestehen.

Diese Ergebnisse der vergleichend morphologischen Untersuchung werden durch diejenigen der Entwickelungsgeschichte bestätigt, indem nach den Untersuchungen Göbels[3]) der beschriebene Flachsproß nur ein Entwickelungsstadium der Pflanze darstellt, die primäre Entwickelung aber — ob aus Karpospore oder aus Tetraspore konnte nicht entschieden werden — mit der Bildung eines zilindrischen Sprosses beginnt, der in Bau und Gestalt vollständig mit der typischen *Polysiphonia*-Achse übereinstimmt. An demselben bilden sich dann in der Folge nach vorausgegangener Verzweigung, durch teilweise Verwachsung der entstandenen Äste ein oder mehrere Flachsprosse. Von besonderer Wichtigkeit ist es nun, daß bei *Placophora* zur Zeit der Fruktifikation die den Flachsproß zusammensetzenden Zweige ihr kongenitales Wachstum wieder aufgeben und als isolierte Äste — typische *Polysiphonia*-Fäden — weiter wachsen,

[1]) Askenasy, E., Über eine neue Meeresalge. (Botanisch-morphologische Studien. Heidelberg 1872. pag. 42.)

[2]) Falkenberg, P., Über kongenitale Verwachsung am Thallus der *Pollexfenieen*. (Bot. Zeitg. Jahrg. 39. 1881.)
— — *Rhodomelaceae*. (Natürl. Pflanzenfamilien. Teil I. Abt. 2. pag. 162.)
— — Monographie der *Rhodomelaceae*. (Fauna und Flora des Golfes von Neapel. XXVI. 1901. pag. 336—343.)

[3]) Goebel, K., Pflanzenbiologische Schilderungen. I. Marburg 1889. pag. 164—166.
— — Über die Jugendzustände der Pflanzen. (Flora. 1889. pag. 3.)
— — Organographie der Pflanzen. 1898. p. 129.

an denen dann die Bildung der Fortpflanzungsorgane in der auch für die anderen *Rhodomelaceae* charakteristischen Weise erfolgt.

In ähnlicher Weise wie bei *Placophora*, wo also zwischen die übereinstimmenden Anfangs- und Endstadien der Entwickelung — die einfach gebauten *Polysiphonia*-Fäden — eine neue Thallusform — der Flachsproß — eingeschoben wird, gestaltet sich auch die heteroblastische Keimung in anderen *Florideen*-familien, wie z. B. bei den *Lemaneaceae* (Gattung *Lemanea*) und den verwandten *Helminthocladiaceae* (*Batrachospermum*).

Bei *Lemanea*[1]) bilden sich an dem, aus der Keimzelle zunächst entstehenden, aus einfachen verzweigten Fäden zusammengesetzten Vorkeim durch seitliche Sprossung die höher differenzierten Thallusteile in der Form stielrunder, knotig gegliederter, aber meist unverzweigter Sprosse aus.

Diese sind von ziemlich kompliziertem Bau. Sie bestehen aus einer langgliedrigen Zentralachse, welche an jeder Gliederzelle einen Wirtel reich verästelter Rindenfäden trägt, die einwärts mehr oder weniger voneinander abstehen, nach außen aber mit ihren zahlreichen Endverzweigungen zu einer zelligen, festverwachsenen dichten Rindenschicht zusammenschließen, sodaß also ein von einer zentralen Achse durchzogener Hohlzylinder entsteht. Wie die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung den Nachweis erbrachte, daß der *Placophora*-Flachsproß aus zusammengekitteten *Polysiphonia*-Fäden besteht, ergab sie auch, daß der Thallus von *Lemanea* als ein System verzweigter Zellfäden von der einfachen Gestalt der Vorkeimfäden aufzufassen ist, die zum Teil durch eine zähe Interzellularsubstanz fest miteinander verkittet sind. Wie bei *Placophora* löst sich auch bei *Lemanea* am Schlusse der Vegetationsperiode der Thallus zur Fruktifikation wieder in seine einfachen Komponenten auf, an welchen die Anlage der *Antheridien* und *Carpogonien* erfolgt.

In den beiden angeführten Beispielen entsteht also bei der Keimung — zum Teil auch bei der Thallusbildung durch Sprossung an Rhizoiden — zunächst eine Thallusform, welche bei anderen verwandten Gattungen ausschließlich vorkommt und daher auch als ursprüngliche Form der nunmehr höher differenzierten Gattung, als „Jugendform" derselben aufzufassen ist. An derselben entsteht später, der Fruktifikation vorausgehend, der den biologischen Bedingungen jedenfalls vollkommener angepaßte eigentliche Vegetationskörper als neue, in der phylogenetischen Entwickelung später erfolgte Komplikation, während zur

[1]) Sirodot, M. S., Etude anatomique, organogénique et phys. s. l. algues d'eau douce de la famille des *Lemanéacées*. (Ann. d. sc. nat. Sér. 5. Bot. T. XVI. 8 planches.)

Goebel, K., Über die Jugendzustände der Pflanzen. pag. 4.

— — Organographie der Pflanzen. pag. 128.

Schmitz, Fr., und Hauptfleisch, P., *Lemaneaceae*. (Natürl. Pflanzenfamilien. Teil I. Abt. 2. pag. 324—327.)

Fruktifikation an demselben wiederum die Rückbildung zur ursprünglichen einfacheren Form erfolgen muß.

Die Betrachtung einiger der bekannteren Formen der zur Klasse der *Siphonales* zusammengefaßten, nicht zellulär gebauten, Grünalgen, z. B. *Botrydium, Vaucheria, Caulerpa, Bryopsis* zeigt, wie bei allen Repräsentanten dieser Klasse das Bestreben deutlich erkennbar ist, den aus einem einzigen Schlauche bestehenden Vegetationskörper so zu gliedern, daß eine den Organen der höheren Pflanzen entsprechende analoge Differenzierung erreicht wird. Während aber bei jeder der genannten sowie bei einer größeren Zahl anderer *Siphoneen*-Gattungen diese Differenzierung in einer besonderen Richtung erfolgte, sodaß eine ganze Reihe kleiner, nur eine oder zwei Gattungen umfassende Familien ohne Verwandtschaftsbeziehungen entstanden, finden wir in der Familie der *Codiaceae* eine natürliche Gruppe von Gattungen mit einheitlicher Entwickelungstendenz. Von einer einfachen Urform ausgehend, haben sich die verschieden hoch differenzierten Formen dieser Familie in der Art entwickelt, daß eine Vergleichung derselben die verschiedenen Stadien, welche die am höchsten differenzierte Gattung in ihrer phylogenetischen Entwickelung durchlaufen hat, erkennen läßt. Für die Berechtigung der Annahme einer solchen Formentwickelung spricht im besonderen der bereits im Eingang des Abschnittes erwähnte Umstand, daß die Thallusform der primitiveren Gattungen, ähnlich wie es für die zellig gebauten Pflanzen erwähnt worden ist, zum Teil in den „Jugendstadien", zum Teil auch bei der Regeneration der höher entwickelten Gattungen wiederholt wird.

Der Vegetationskörper aller *Codiaceae* besteht aus einem einzigen, nicht segmentierten, aber reich verzweigten, fadenförmigen Schlauche. Die ursprüngliche Form desselben, die bei allen Gattungen zeitweise noch zur Ausbildung kommt, zeigt eine Differenzierung in farblose, unregelmäßig verzweigte Rhizoidenschläuche und chlorophyllführende grüne Fäden. Diese besitzen ein ausgeprägtes Scheitelwachstum von begrenzter Dauer. Nach der Erzeugung eines Fadenstückes von bestimmter Länge wird es sistiert, und es treten seitlich von der im Wachstum innehaltenden Spitze, an gegenüberliegenden Punkten, zwei neue Scheitel auf, durch deren Tätigkeit wiederum Schlauchstücke derselben Länge erzeugt werden. Infolge dieser Wachstumsform entstehen an der Spitze des einen immer zwei gleichwertige Äste, welche sich später wiederum in je zwei teilen, sodaß also durch Dichotomie in regelmäßiger Folge eine reiche Gliederung des ungeteilten Fadens erlangt wird. Durch Einschnürungen, welche regelmäßig an der Basis der Äste auftreten, aber auch längere Fadenstücke zwischen zwei aufeinanderfolgenden Verzweigungsstellen in kürzere, durch einen engen Kanal miteinander verbundene Glieder teilen, wird eine Art Segmentation des ganzen Schlauches erreicht, welche um so mehr an eine Zusammensetzung aus getrennten Zellen erinnert, als an den Ein-

schnürungsstellen das Lumen des Schlauches durch ringförmig in das Innere vorragende Membranverdickungen — unvollständige Querwände — noch weiter verengert wird.

Im Inhalt der Schläuche fallen vor allem die großen Stärkekörner auf, welche als erstes sichtbares Assimilationsprodukt in den pyrenoidenlosen Chlorophyllkörnern gebildet werden und unter Resorption der plasmatischen Substanz derselben wachsen. Ein Teil der Assimilationsstärke wird aus den grünen Fäden durch die Protoplasmaströmung in die rhizoidenartigen, zum Teil als Reservestoffbehälter funktionierenden chlorophyllosen Fäden geführt, in welchen in Leukoplasten die Neubildung von Reservestärke aus gelösten Kohlenhydraten erfolgen kann.

Die beschriebene vegetative Gestaltung finden wir bei der Süßwasser-*Siphonee Dichotomosiphon tuberosus*, die ohne weiteres als primitivste Gattung der *Codiaceae* bezeichnet werden könnte, sobald bei einer anderen Gattung dieser Familie eine ähnliche oogame Fortpflanzung nachgewiesen würde. Wir finden diese Thallusform auch noch bei meerbewohnenden Gattungen der *Codiaceae*, bei *Penicillus*, *Avrainvillea* und den *Udotea*-Arten der *Palmetta*-Gruppe[1]. Von diesen Gattungen, deren Arten vorwiegend in den tropischen Meeren zu Hause sind, bilden die im Mittelmeer vorkommenden (entwicklungsgeschichtlich allein genauer bekannten Arten) *Penicillus mediterraneus* Thur. und *Udotea minima* E. dichte Rasen, in welchen von den zu einem dichten Filz verflochtenen farblosen Rhizoiden die dichotomisch verzweigten grünen Fäden abgehen.

Ähnlich wie sich bei *Lemanea* aus den feinen Büscheln der verzweigten dünnen Vorkeimfäden, die aus diesen aufgebauten unverzweigten Thallushauptsprosse als zweite, höher differenzierte und stärker entwickelte Sproßform abheben, finden sich in den Rasen von *Penicillus mediterranus* und *Udotea minima* ebenfalls solche, aus der einfacheren Sproßform sich entwickelnde, kompliziertere Sprosse. Die Durchmusterung eines größeren Rasenstückes ergibt alle Entwickelungsstadien derselben.

Indem die durch die dichotomische Verzweigung eines Fadens entstehenden Äste, statt getrennt zu wachsen, einander umschlingen, entsteht ein, schon in jüngeren Stadien zwischen den übrigen freien Fäden deutlich wahrnehmbarer Stiel (Stipes). Während noch zu Beginn dieser Stielbildung die gewöhnliche dichotomische Endverzweigung Regel ist, werden nach der Verschlingung der Fäden, wahrscheinlich durch den Kontaktreiz bedingt, selbst noch an älteren Teilen der Fäden Wachstumsvorgänge ausgelöst, welche die Entstehung zahlreicher, sich wiederum verästelnder Nebenzweige zur Folge haben.

Das Vermögen zur Bildung echter Seitenzweige an älteren Fadenpartien kommt an der ursprünglichen einfacheren Thallus-

[1] De Toni, I. B., l. c. pag. 505: *Udotea:* Sectio *Palmettae* I. Ag.: *U. glaucescens; U. Palmetta, U. Infundibulum.* Zu dieser Sektion ist wohl auch die neue *Udotea minima* zu rechnen.

form im besonderen den farblosen Rhizoidenschläuchen zu: bei *Dichotomosiphon* treten auch an älteren grünen Schläuchen nicht selten Nebenzweige auf, die in ihrem späteren Wachstumsverlaufe entweder Rhizoidencharakter annehmen oder an ihrem Ende die für diese Gattung charakteristischen keulenförmigen Organe zur ungeschlechtlichen Fortpflanzung erzeugen. Wenn nun bei der Stielbildung von *Penicillus*, *Avrainvillea* und den genannten *Udotea*-Arten diese Fähigkeit zur Erzeugung von Nebenästen, die wiederum zahlreiche Äste bilden, sich plötzlich steigert, muß diesen Ästen offenbar eine neue, für die Herstellung der höheren Thallusform wichtige Funktion zukommen. In der Tat wird durch die reiche Verzweigung nicht nur die Zahl der den Stiel zusammensetzenden Fäden rascher vermehrt, sondern demselben durch die Verflechtung der dichotomisch sich verzweigenden Hauptfäden durch die Verzweigungen der Seitenäste eine größere Festigkeit verliehen. Bei *Penicillus* wird ferner für die Festigung des bei einigen Arten 10 und mehr Zentimeter langen und mehrere Millimeter dicken Stieles durch Inkrustation mit Kalk gesorgt; bei *Avrainvillea*, auch bei den meisten Arten von *Udotea* fehlt die Verkalkung.

Ist bei *Penicillus* die für die einzelne Art charakteristische Stiellänge erreicht, so trennen sich die Scheitel der verschlungenen Fäden voneinander; die Ausbildung der sie verflechtenden Seitenäste unterbleibt wieder, und sie wachsen nun frei, vom oberen Stielende nach allen Seiten gekehrt, weiter. Ihre Verzweigungsform ist wieder die früher beschriebene streng dichotomische, so daß also am Ende der Entwickelung der höheren Thallusform wieder die den Ausgang bildenden Formelemente erzeugt werden.

Einen Schritt weiter in der Entwickelung der neuen Thallusform gehen *Avrainvillea*[1]) und *Udotea*. Während bei *Penicillus mediterraneus* und anderen *Penicillus*-Arten die Fäden am oberen Ende des Stieles frei auswachsen und so den pinselförmigen Schopf[2]) bilden, flacht sich der zilindrische Stiel von *Avrainvillea* und *Udotea* an seinem Ende ab und verbreitert sich nach und nach zu einer fächerförmigen Fläche, in welcher sich die im Stiele verschlungenen Fäden schließlich mehr oder weniger in einer Ebene nebeneinanderlegen. Die während der Stielbildung bei *Udotea minima* aufgetretenen Wachstumsänderungen der Fäden werden während dieser Flächenbildung und des Wachstums des entstehenden blattartigen Gebildes beibehalten. Die Zahl der zur Verflechtung der nunmehr nebeneinander liegenden Fäden zu einer Fläche notwendigen Seitenäste nimmt zu, so daß die Anlage derselben schon dicht hinter dem wachsenden Scheitel der

[1]) Siehe z. B. Phytotheca Boreali-Americana by Collins, Holden and Setchell: *Avrainvillea longicaulis* (Kütz.) Murr. et Bood. Fasc. XVI. 770. *Avrainvillea nigricans* Dcne. Fasc. XVI. 771.

[2]) Siehe Woronin, l. c., Fig. 2—4, Taf. X; Wille, *Codiaceae*. (Nat. Pflanzenfamilien. Teil I. Abt. 2. Fig. 93 pag. 142.)

Hauptfäden beginnt und häufig auch durch unregelmäßigen Verlauf der dichotomischen Endverzweigung ungleichwertige Äste erzeugt werden, von denen der schwächer entwickelte als Seitenast des andern, rascher wachsenden und früher sich wieder teilenden erscheint. Am Rande dieser, in ihrer Gestalt schon vielfach mit der Fahne der höher differenzierten *Udotea*-Arten (Sectiones: *Fibuliferae* und *Corticatae*[1]) übereinstimmenden Flächen kehren am Ende des Wachstums die Fäden, indem die Ausbildung der Seitenäste unterbleibt, wieder zu der „Jugendform“ mit der dichotomischen Endverzweigung, den Einschnürungen und ringförmigen Membranverdikkungen zurück.

Ähnliche Thallusformen finden wir in den Gattungen *Ripocephalus* Kütz. und *Callipsygma* I. Ag., die sich von *Avrainvillea* und *Udotea* im besonderen dadurch unterscheiden, daß bei *Ripocephalus* der ungeteilte Stiel mehrere nach verschiedenen Seiten gekehrte Fahnen trägt, während bei *Callipsygma* nach vorausgehender Verzweigung des Stieles ebenfalls mehrere, aber in derselben Ebene liegende Fächer gebildet werden.

Durch weitere Differenzierung der bei den besprochenen Gattungen in Stiel und Fahne die dichotomisch verzweigten Hauptfäden miteinander verflechtenden Nebenäste entstehen bei den Arten der Sektionen *Fibuliferae* und *Corticatae* der Gattung *Udotea* die „Rindenschichten.“ Die von den Hauptfäden „Markschläuchen“ abgehenden Seitenzweige „Rindenschläuche“ verästeln sich in zahlreiche Auszweigungen zweiter und dritter Ordnung, an welchen durch ungleichmäßiges Wachstum der ganzen Oberfläche zahlreiche mannigfaltig geformte Ausbuchtungen entstehen, die ineinandergreifend eine nach außen dicht abschließende pseudoparenchymatische Schicht bilden. Am vollständigsten ausgebildet finden wir diese Berindung am Stiel, dessen Festigkeit durch dieselbe wesentlich erhöht wird und der daher der Verkalkung nicht bedarf. Sie ist ebenfalls gleichmäßig ausgebildet an der sich allmählich verbreiternden Fahnenbasis, während in den jüngeren breiteren Partien derselben dichtberindete dunkle Zonen mit schwach berindeten oder rindenlosen abwechseln.

Als Endglied der ganzen Entwickelungsreihe ist die Gattung *Halimeda* zu betrachten. Ihr Thallus ist gleich demjenigen der anderen Gattungen aus dichotomisch verzweigten Hauptfäden und Seitenästen, „Mark- und Rindenschläuchen“, zusammengesetzt. Die Markschläuche weisen, ähnlich denjenigen des *Udotea*-Stieles vielfache Verengerungen und Erweiterungen des Lumens auf; ihre Verzweigung ist ebenfalls dichotomisch, seltener tri- und tetrachotomisch. An der Thallusoberfläche vereinigen sich die Ausbuchtungen der Seitenzweige letzter Ordnung ebenfalls zu einer dicht zusammenschließenden epidermisähnlichen Schicht. Zonenbildung wie bei *Udotea* ist an *Halimeda* nicht zu beobachten; die Berindung ist am ganzen Thallus gleichmäßig ausgebildet und im Vergleich zu *Udotea* da-

durch vollkommener, daß die in der Form gleichmäßig gestalteten, rindenbildenden Ausbuchtungen, vollständig lückenlos aufeinanderpassen, so daß die Flächenansicht der Rinde anstelle der „abgerundeten Zellen" von *Udotea* lückenlos zusammenschließende Sechsecke und Vielecke darbietet.

In seiner äußeren Gestalt weicht der Thallus von *Halimeda* wesentlich von den anderen Gattungen, auch der nächst verwandten *Udotea* ab. Er setzt sich nämlich aus kettenförmig aneinandergereihten, häufig in einer Ebene liegenden Gliedern von herz- und nierenförmiger Gestalt zusammen, von denen das unterste mit einem kurzen rhizoidenbildenden Stiel am Substrat befestigt ist, während jedes der folgenden Glieder durch das dem Rande oder der Fläche des vorhergehenden Gliedes entspringende Stielchen mit demselben verbunden verbleibt. Bei näherer Betrachtung erscheint diese besondere Thallusform doch als eine im Sinne der Entwickelungstendenz der ganzen Reihe erfolgte Weiterentwickelung des *Udotea*-Thallus.

Die gestielte Fahne von *Udotea* zeichnet sich durch ein reiches Proliferationsvermögen aus, welches zur Bildung neuer Thallusteile, gestielter und ungestielter Fahnen, an Stiel, Fahnenspreite und am Fahnenrande führt. Ein solches Proliferationsvermögen kommt auch *Halimeda* zu. Ähnlich wie ein Thallusglied von *Halimeda* im Vergleich zur Fahne von *Udotea* zwar kleiner aber vollkommener gebaut ist (konstantere äußere Form und vollständiger durchgeführte Berindung), so ist auch in der Proliferation eine zu größerer Formenkonstanz führende Regulierung erfolgt. Am ersten, der Hauptfahne von *Udotea* entsprechenden Gliede des *Halimeda*-Thallus äußert sich die Proliferationstätigkeit an 1—3 Stellen der Fläche, meistens aber des Randes durch Bildung einer ebenfalls kurzgestielten, die Form des ersten Gliedes wiederholenden Proliferation, die an ihrem Rande wiederum durch Proliferation ein oder zwei neue Glieder erzeugt. Durch diese geregelte, fortgesetzte Proliferation entstehen schließlich die längeren einfach oder di-polychotom verzweigten Ketten, deren Glieder durch die, gleich Scharnieren funktionierenden Stielchen etwas gegeneinander verschoben werden können.

Daß *Udotea* und *Halimeda* der aufgestellten Entwickelungsreihe angehören, geht auch daraus hervor, daß sie in ihrer Ontogenie ebenfalls zeitweise zur einfachen Gestaltung der Grundform der Familie zurückkehren. Bei *Udotea Desfontainii* (Sectio *Fibuliferae*, I. Ag.) finden wir am Rande älterer Fahnen freie, dichotomisch verzweigte Schläuche mit den bekannten Einschnürungen und Membranverdickungen; bei der Regeneration verstümmelter Pflanzen entstehen größere Büschel solcher Fäden, so daß z. B. der Fahne beraubte Stiele infolge der Regeneration eines solchen Büschels frei nach allen Seiten abstehender Fäden den Habitus eines *Penicillus* nachahmen. Die bei Regenerationvorgängen weniger häufig entstehenden Fahnen sind ebenfalls „Rückschläge", indem wie bei den Gattungen

Avrainvillea, Ripocephalus, Callipsygma und bei *Udotea minima, U. Palmetta* u. a. die Markschläuche durch die Seitenäste wohl zu einer festen Fahne verbunden werden, eine eigentliche Rindenbildung, wie bei den genannten Gattungen und *Udotea*-Arten fehlt.

Auch bei *Halimeda* entwickeln sich die durch die Thallusbildung mehr als bei jeder anderen verwandten Gattung metamorphosierten Schläuche zeitweise in ihrer früheren, freien Form. Zur Bildung der Fortpflanzungsorgane wachsen aus den Kanten der Thallusglieder — ähnlich wie aus dem *Placophora*-Flachsproß, die denselben zusammensetzenden *Polysiphonia*-Äste — freie Schläuche aus, deren gabelige Auszweigungen die Sporangien tragen.

Den besprochenen Gattungen verwandt, aber nicht in die aufgestellte Entwickelungsreihe gehörend ist die Gattung *Codium*, nach welcher die gesamte Gruppe von Gattungen gewöhnlich als Familie der *Codiaceae* bezeichnet wird. Der bei den einzelnen Arten von *Codium* verschieden geformte Thallus — er besteht bei *Codium tomentosum* aus 1—5 dm langen, einige mm dicken, häufig regelmäßig dichotomisch verzweigten zilindrischen Fäden, ist bei *C. adhaerens* krusten- oder polsterförmig ausgebildet und nimmt bei *C. Bursa* die Form einer gegen das Substrat hin etwas abgeplatteten 1—2 dm Durchmesser zeigenden Kugel an — besteht ebenfalls aus einem Geflecht verzweigter, aber teilweise gegliederter Fäden.

Über den anatomischen Bau der häufig untersuchten *Codium*-Arten finden wir in der Literatur zahlreiche Notizen vor, im besonderen bei Derbès et Solier, Thuret, Falkenberg, Berthold u. a. Da in einer der bereits zitierten Arbeiten Küsters[1]) die verschiedenen, zum Teil ungenauen oder falsch gedeuteten Angaben anderer Forscher berichtigt und ein vollständiges Bild des anatomischen Baues von *Codium* entworfen worden ist, kann ich unter Hinweis auf Küsters Arbeit auf eine ausführliche Darstellung meiner eigenen, eingehenden Untersuchung des in Neapel gesammelten *Codium*-Materials verzichten. Ich begnüge mich damit, an dieser Stelle den anatomischen Bau dieser Gattung nur insoweit zu besprechen, als es mir für den Nachweis, daß *Codium* der aufgestellten Entwickelungsreihe nicht angehört, notwendig erscheint.

Auch im Thallus der *Codium*-Arten können wir zwei Formen von Schläuchen unterscheiden: in longitudinaler Richtung verlaufende, englumige, regellos durcheinander geflochtene Achsenschläuche und von denselben abgehende, parallel nebeneinander liegende und senkrecht zur Organoberfläche gerichtete weitlumige,

[1]) Küster, E., Zur Anatomie und Biologie d. adr. *Codiaceen*. (Flora. 1898. pag. 171—180.)

peripherische Schläuche, die Palisadenschläuche. Die ersteren entsprechen funktionell den Markschläuchen, die letzteren den Rindenschläuchen der anderen *Codiaceen*, sind denselben aber, infolge einer ganz anderen Entstehungsweise, nicht homolog, sondern analog. Die rindenbildenden Palisadenschläuche werden nämlich nicht wie die Rindenschläuche als Seitenzweige der längsverlaufenden Fäden angelegt, sondern gehen vielmehr aus deren Scheitel hervor. Jeder Palisadenschlauch ist das umgewandelte, keulenförmig angeschwollene (bei *C. tom.* 250—350 μ Durchm.). Ende eines (*C. t.* 26—52 μ) Achsenschlauches, dessen Längenwachstum dadurch abgeschlossen wird. Am Grunde des Palisadenschlauches bildet sich nachher ein Seitenast aus, welcher als Fortsetzung des Achsenschlauches bei *Codium tom.* in longitudinaler, bei *Codium Bursa* und *adhaerens* mehr oder weniger in tangentialer Richtung fortwächst und später durch Umwandlung des Scheitels wiederum einen Palisadenschlauch liefert.

Ein weiterer erheblicher Unterschied, welcher *Codium* von den anderen Gattungen trennt, besteht im Auftreten eines mit der Palisadenbildung im Zusammenhang stehenden Zellteilungsprozesses. An der Grenze zwischen dem englumigen Achsenschlauche und seiner keulenförmigen Erweiterung, dem Palisadenschlauche, sowie an derjenigen Stelle, an welcher der zur Fortsetzung des Achsenschlauches dienende Nebenast vom Palisadenschlauche abzweigt, bilden sich die auch bei den anderen *Codiaceen* wohlbekannten ringförmigen Membranverdickungen aus. Die Zahl der entstehenden Verdickungsschichten ist hier aber bedeutender, der Ring wird immer dicker, der Protoplast immer mehr zusammengeschnürt und schließlich der enge Kanal, welcher die Schlauchsegmente noch verbindet, vollständig ausgefüllt, so daß also jeder Palisadenschlauch von dem Achsenschlauche durch zwei vollständige Membranen abgetrennt, eine Zelle für sich ist. Wie die ringförmigen Membranverdickungen der anderen *Codiaceen* bestehen auch diese vollständigen Querwände von *Codium* nur aus Zellulose, während bekanntlich bei den zu Sporangien werdenden Fiedern und Fiederchen von *Bryopsis*[1], häufig auch bei den kugeligen Sporangien von *Derbesia*, der von der ringförmigen Membranverdickung frei gelassene Porus nachträglich durch einen Pfropf abgestorbenen Plasmas verschlossen wird. Eine zweite Form der Membranbildung treffen wir bei der Abgrenzung der kleinen, länglich eiförmigen Sporangien sowie der seitlichen farblosen und ungegliederten Haare, welche beide als Zweige der Palisadenschläuche entstehen.

Die angeführten Tatsachen der wesentlich verschiedenen Entstehungsart der beiden den Thallus zusammensetzenden Schlauchformen und der regelmäßigen, durch Querwände erfolgenden

[1] Pringsheim, N., Über die männlichen Pflanzen und die Schwärmsporen der Gattung *Bryopsis*. (M.-Ber. d. Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1871. Bd. I d. ges. Abhandl. pag. 118.)

Segmentation der Schläuche, werden zum Nachweis genügen, daß *Codium*[1]) mit den vorher besprochenen Gattungen wohl einheitlichen Ursprunges sein wird, sich aber in einer anderen Richtung entwickelt hat.

Es dürfte sich daher empfehlen, die Familie der *Codiaceae*[2]), welche auch in neueren systematischen Arbeiten über Grünalgen[3]) in dem ihr von älteren Systematikern gegebenen Umfange aufgeführt wird, entweder nach dem Vorgange De Tonis[4]) in zwei Familien zu trennen: *Udoteaceae* und
Spongodiaceae (Codiaceae)
oder, wenn die Einheit der Familie beibehalten werden soll, zwei Unterfamilien zu unterscheiden.

Es würde damit die Stellung der Familie in der Klasse der *Siphonales* und die Aufeinanderfolge ihrer Gattungen etwa die folgende sein:

Klasse ***Siphonales.***

Unterklasse: ***Siphoneae.***

1. Familie *Botrydiaceae.*
2. „ *Protosiphonaceae.*
3. „ *Vaucheriaceae.*
4. „ *Phyllosiphonaceae.*
5. „ *Bryopsidaceae.*
6. „ *Derbesiaceae.*
7. „ *Caulerpaceae.*
8. „ *Codiaceae.*

Unterfamilie: *Udoteae.*

Gattung: (*Dichotomosiphon* E. 1902)?
Penicillus Lamx. 1813.
Avrainvillea Decne. 1842.
Ripocephalus Kütz.
Callipsygma I. Ag. 1887.
Udotea Lamx. 1816.
Halimeda Lamx. 1812.

Unterfamilie: *Codieae.*

[1]) Die von Mrs. Weber van Bosse aufgestellte neue Gattung *Pseudocodium* stimmt im Habitus vollständig mit *Codium* überein, zeigt aber in Form und Entwickelung der Berindung auffallende Übereinstimmung mit *Halimeda*. Da keine Fortpflanzungsorgane gefunden wurden, kann nicht endgültig entschieden werden, ob *Pseudocodium* näher mit *Codium* oder *Halimeda* verwandt ist.

[Mrs. Weber van Bosse, On a new genus of *Siphonean* Algae — *Pseudocodium*. (Journal of the Linnean Society. Bot. Vol. XXXII. 1896. pag. 209—212. Taf. I)].

[2]) Wille, N., *Codiaceae*. (Nat. Pflanzenfamilien. Teil I. Abt. 2. pag. 138—144.)

[3]) Bohlin, K., Utkast till de Gröna Algernas och Arkegoniaternas Fylogeni. (Mit einem deutschen Resumé.) Upsala 1901. 49 p.

Blackmann, F. F., and Tansley, A. G., A revision of the classification of the green Algae. London 1903. 64 p.

[4]) De Toni, I. B., Sylloge Algarum. Vol. I. *Spongodiaceae* u. *Udoteaceae*. pag. 488—527.

Gattung: *Codium* Stackh. 1801.
Pseudocodium Weber v. B. 1895.

9. Familie *Verticillatae.*

Unterklasse: ***Siphonocladeae.***

1. Familie *Valoniaceae.*
2. „ *Gomontiaceae.*
3. „ *Cladophoraceae.*
4. „ *Sphaeropleaceae.*

Die Fortpflanzungsorgane, deren Bau und Anordnung auch bei den Algen die wichtigsten Merkmale für die Beurteilung der verwandtschaftlichen Verhältnisse bilden, sind für die *Codiaceae* in so ungenügender Weise bekannt, daß die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen uns weder über die Verwandtschaft der Familie mit anderen *Siphoneen* noch über die Abgrenzung der Gattungen und Arten irgend welchen Aufschluß zu geben vermöchten. Wenn wir von *Dichotomosiphon* absehen, für welche Gattung ich die ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung beschrieben habe, deren Zugehörigkeit zur Familie der *Codiaceae* aber noch nicht völlig sicher steht, liegen nur für *Codium* und *Halimeda* einige genauere Angaben vor.

Bei *Codium*[1]) findet wahrscheinlich eine geschlechtliche Fortpflanzung statt. An den Palisadenschläuchen der Rinde entstehen als eiförmige oder keulenförmige Ästchen von 200—300 μ Länge und 50—80 μ Breite die Gametangien, in welchen an den einen Pflanzen größere grüne, wahrscheinlich weibliche Gameten, an anderen in gleicher Weise viel kleinere, gelblich gefärbte, männliche Gameten gebildet werden. Die Kopulation dieser Gameten ist zwar nicht beobachtet worden, aber nach der Beobachtung Bertholds[2]), daß eine Weiterentwickelung der großen Schwärmer zu Zygoten und eine Keimung der letzteren nur erfolgte, wenn sie mit den kleineren Gameten zusammengebracht wurden, sehr wahrscheinlich.

Für *Halimeda*[3]) ist die Bildung grüner Schwärmsporen beschrieben worden. Dieselben entstehen in größerer Zahl in kugeligen oder keulenförmigen Zoosporangien, welche als Endanschwellung an büschelig aus den Kanten der Thallusglieder hervorsprossenden freien Fäden auftreten. Das Schicksal der eiförmigen, mit 2 Zilien versehenen Schwärmer ist noch nicht bekannt, und damit die Frage, ob sie als Zoosporen oder Isogameten, Zellen für ungeschlechtliche oder geschlechtliche Fortpflanzung aufzufassen sind, noch ungelöst.

[1]) Thuret, G., Recherches sur les zoospores des Algues. (Ann. d. sc. nat. Sér. III. Bot. T. XIV. 1850. pag. 232. pl. XXIII. fig. 1—5.)

[2]) Berthold, G., Zur Kenntnis d. *Siphoneen* und *Bangiaceen*. (Mitteilungen a. d. zool. Station z. Neapel. Bd. II. 1881. pag. 73.)

[3]) Derbès et Solier, Mémoire sur quelques points de la physiologie des algues. (Suppl. Compt. rendus. 1856. pag. 46).

Schmitz, Fr., Über die Bildung der Sporangien bei der Algengattung *Halimeda*. (Sitzgsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde. Bonn 1881.)

Über die Fortpflanzung der anderen Gattungen ist gar nichts sicheres bekannt oder sind nur beiläufig unwahrscheinliche Angaben gemacht worden. An *Penicillus mediterraneus* beobachtete Woronin[1]) in 2 Fällen an freien Fäden ein nierenförmiges Körperchen, von welchem er in Zweifel war, ob es als Fortpflanzungsorgan aufzufassen sei. Ich habe an den Fäden von *Udotea minima* nicht selten den in den beiden Zeichnungen Woronins dargestellten, ähnliche Körperchen gefunden, ungefähr von denselben Dimensionen und derselben dunkelgrünen Färbung. Die mikroskopische Untersuchung ergibt aber unzweifelhaft, daß sie nicht vom Faden aus gebildet worden sind, sondern an der Membran desselben mit einer feinen Gallertschicht angeheftet sind. Im Inhalt führen sie nicht Stärke, das Reservematerial von *Penicillus* und *Udotea*, sondern Öltropfen. Es steht daher fest, daß bei *Udotea minima*, wahrscheinlich auch in den beiden von Woronin an *Penicillus mediterraneus* beobachteten Fällen diese Körperchen jedenfalls tierischen Ursprungs, wahrscheinlich Insekteneier sind.

Für *Udotea* wurden von Kützing kugelige Zoosporangien an kurzen Seitenästen beobachtet und auch in einer seiner Figuren[2]) eingezeichnet; die Zugehörigkeit dieser Gebilde zum gezeichneten Thallusrandstück erscheint sehr wenig glaubwürdig; sie finden sich auch in den meisten Handbüchern in der Gattungsdiagnose als „Zoosporangien?" angeführt (siehe auch die Reproduktion der Zeichnung in den „Nat. Pflanzenfam." I. 2. pag. 143). Falkenberg[3]) schreibt nach eigenen Untersuchungen über die Fortpflanzung von *Udotea*: „Die Erhaltung der Spezies scheint wesentlich auf der Fähigkeit des Rhizoms zur Bildung von Adventivsprossen zu beruhen ähnlich wie bei *Caulerpa*. Die von Kützing, Phyc. gen. tab. 42, fig. 3 abgebildeten „Samen" habe ich trotz vielfachen Suchens zu jeder Jahreszeit niemals auffinden können. Nicht unmöglich wäre, daß dieselben gar nicht zu *Udotea* gehören, zumal sich am vorderen Rande des Thallus von *Udotea* alle möglichen Organismen anzusiedeln pflegen." Ich habe auf die Aufsuchung von der Fortpflanzung dienenden Organen bei den beiden untersuchten *Udotea*-Arten während meiner zwei Studienaufenthalte an der zoologischen Station zu Neapel ebenfalls erfolglos viel Zeit verwendet. Feststellen konnte ich nur, daß die von Kützing seiner Figur eingezeichneten, verschieden großen Kugeln, wie Falkenberg vermutete, jedenfalls fremde Organismen und zwar *Diatomeen* der Gattung *Podosira* sind, die namentlich am Fahnenrande, auch an den freiwachsenden Fäden von *Udotea minima* und *Desfontainii* sich anzusiedeln pflegen und allerdings in ihrem Größen- und Stellungsverhältnis zum *Udotea*-Faden an die in ähnlicher

[1]) Woronin, M., l. c. Fig. 5 und 6, Taf. 11.

[2]) Kützing, F. T., Phyc. gen. pag. 309, tab. 42, f. 3; reprod. Natürl. Pflanzenfam. I. 2. pag. 143.

[3]) Falkenberg, P., Die Meeresalgen des Golfes von Neapel. (Mitteilungen a. d. zoolog. Station z. Neapel. Bd. I. 1879. pag. 229.)

Form und Stellung am Tragfaden sitzenden Sporangien von *Derbesia Lamourouxii* erinnern. Bei genügend starker Vergrößerung ist es aber leicht, sich an lebendem Material über die Natur dieser Kugeln Klarheit zu verschaffen, indem namentlich die gelbbraunen Chromatophoren[1]) und im besondern die etwa vorhandenen Teilungsstadien alle Zweifel über ihre „Zoosporangien"-Rolle beseitigen.

Aus der gegebenen kurzen Übersicht der phylogenetischen und ontogenetischen Entwickelung der *Codiaceae* scheint mir übrigens hervorzugehen, daß die Fortpflanzungsorgane von *Udotea* und den anderen Gattungen ihrer Entwickelungsreihe gar nicht an den unregelmäßig verzweigten Schläuchen von Stiel und Fahne, der höheren Sproßform, sondern wie bei den zitierten Beispielen von *Placophora* und *Lemanea* an der Rückbildung derselben zur „Jugendform" zu suchen sind. Für die Richtigkeit dieser Vermutung dürfte die Tatsache sprechen, daß auch am Thallus von *Halimeda*, dessen Form und Struktur die stärkste Abweichung der denselben zusammensetzenden Fäden von ihrer ursprünglichen Gestalt bedingen, zum Zwecke der Fruktifikation an einzelnen Randpartien Markschläuche in der früheren Form der getrennt wachsenden Schläuche gebildet werden.

In Analogie zu diesen Beispielen sind also für *Udotea Desfontainii* die Fortpflanzungsorgane an den am Ende der Vegetationszeit an ausgewachsenen Fahnen entstehenden dichotomisch verzweigten Fäden zu erwarten; es gelang aber weder an denselben, noch an den längeren, ebenso beschaffenen Fäden der regenerierenden Pflanzen irgend welche an Fortpflanzungsorgane erinnernde Bildungen zu finden. Nicht mehr Erfolg hatten meine Bemühungen bei *Udotea minima*, trotzdem ich zahlreiche Rasen derselben mit den freien, verzweigten Fäden und den verschiedenen Entwickelungsstadien der gestielten Fahnen unter Bedingungen kultivierte (Zusatz von Nährlösungen, Rohrzuckerlösungen in Meerwasser bis zu 5 %, Wechsel der Beleuchtung etc.), welche geeignet sind, andere Algen zu Fortpflanzung zu veranlassen.

Trotzdem diese Bemühungen erfolglos blieben, würde ich es für verfrüht halten, schon jetzt den Schluß ziehen zu wollen — es gilt dies auch für *Caulerpa*, für welche ebenfalls trotz sehr zahlreichen Untersuchungen noch keine Fortpflanzungsorgane gefunden wurden — daß bei diesen Pflanzen eine früher vorhandene geschlechtliche oder ungeschlechtliche Fortpflanzungsform aufgegeben worden sei und dieselben nunmehr vollständig auf die vegetative Vermehrung angewiesen seien. Man wird zu einem solchen Schlusse vielmehr erst dann berechtigt sein, wenn auch eine während mehreren aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden ununterbrochen durchgeführte Beobachtung

[1]) Siehe die Reproduktion d. Kützingschen Figur in F. Hauck, l. c. pag. 480.

der Pflanzen an ihren natürlichen Standorten und namentlich auch während längerer Zeit wiederholte Versuche, die Fortpflanzung durch Kultur unter nach den bisherigen Resultaten der Fortpflanzungsphysiologie in bestimmten Richtungen veränderten Lebensbedingungen zu veranlassen, ebenfalls erfolglos geblieben sind.

Literaturverzeichnis.

Askenasy, E., Über eine neue Meeresalge. Botan.-morphol. Studien. Heidelberg 1872.

Berthold, G., Zur Kenntnis der *Siphoneen* und *Bangiaceen*. (Mitteilungen a. d. zoolog. Station z. Neapel. Bd. II. 1881. pag. 72—82.)

— —, Über die Verteilung der Algen im Golfe von Neapel. (Mitteilungen a. d. zoolog. Station z. Neapel. Bd. III. 1882. pag. 393—536.)

— —, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XIII. 1882. pag. 569—717.)

Blackmann, F. and Tansley, A. G., A revision of the classification of the green Algae. 64 p. London 1903.

Bohlin, K., Utkast till de Gröna Algernas och Arkegoniaternas Fylogeni. Upsala 1901. 49 p.

Collins, F. S., Holden, I., Setchell, W. A., Phytotheca Boreali-Americana.

Decaisne, M. I., Mémoire sur les Corallines ou Polypiers calcifères. (Ann. d. sc. nat. Sér. II. Bot. T. XVIII. 1842. pag. 96—128.)

Derbès et Solier, Mémoire sur quelques points de la physiologie des algues. (Suppl. Compt. Rend. 1856.)

De Toni, I. B., Sylloge Algarum. Vol. I. Sekt. 1. *Chlorophyceae*. 1889. *(Spongodiaceae* und *Udoteaceae.)* pag. 488—527.

Ernst, A., *Siphoneen*-Studien. I. Dichotomosiphon tub. (A. Br.) Ernst, eine neue oogame Süßwasser-*Siphonee*. (Beihefte z. Bot. Centralblatt. Bd. XIII. pag. 115—148.)

Falkenberg, P., Die Meeresalgen des Golfes von Neapel. (Mitteilungen a. d. zoolog. Station zu Neapel. Bd. I. 1879. pag. 217—277.)

— —, Über kongenitale Verwachsungen am Thallus der *Pollexfenieen*. (Bot. Zeitg. Jahrg. 39. 1881. pag. 159—165.)

— —, *Rhodomelaceae*. (Natürliche Pflanzenfamilien. Teil I. Abt. 2. 1897.)

— —, Monographie d. *Rhodomelaceae*. („Fauna und Flora des Golfes v. Neapel u. d. angrenz. Meeresabschnitte. XXVI. 1901.)

Famintzin, A., Beiträge zur Kenntnis d. *Valonia utricularis*. (Bot. Zeitg. Jahrg. 18. 1860. pag. 341—344.)

Goebel, K., Vergleich. Entwicklungsgeschichte d. Pflanzenorgane. (Handb. d. Botanik v. Schenk. Bd. III. 1 Hälfte. 1884.)

— —, Pflanzenbiologische Schilderungen. I. Marburg. 1889.

— —, Über die Jugendzustände der Pflanzen. (Flora. 1889. pag. 1—45.)

— —, Organographie der Pflanzen. Jena 1898.

Hanstein, I., II Reproduktion und Reduktion der *Vaucheria*-Zellen. (Botanische Abhandlgen. Bd. IV. Heft 2. pag. 45—56.)

Harvey, W. H., Nereis borealis-americana. Vol. 3 w. 50 col. pl. London 1846—51.

Hauck, F., Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. (Rabenhorsts Kryptogamenflora. Bd. II. 1885. *Codiaceae*. pag. 477—483.)

Klemm, P., Über *Caulerpa prolifera*. (Flora. Bd. 77. 1893. pag. 460—486.)

— —, Über die Regenerationsvorgänge bei den *Siphonaceen*. (Flora. Bd. 78. 1894. pag. 19—41.)

Küster, E., Zur Anatomie und Biologie d. adriatischen *Codiaceen*. (Flora. Bd. 85. 1898. pag. 170—188.)
— —, Über Vernarbungs- und Prolifikationserscheinungen bei Meeresalgen. (Flora. Bd. 86. 1899. pag. 143—160.)
— —, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903.
Kützing, F. T., Phycologia generalis. Leipzig 1843.
— —, Tabulae Phycologicae. VII.
Nägeli, C., Die neuern Algensysteme. Zürich 1847.
— —, *Caulerpa prolifera*. (Zeitschr. f. wiss. Bot. v. Schleiden und Nägeli. I. Heft 1.)
Noll, Fr., Über Membranwachstum und einige physiologische Erscheinungen bei *Siphoneen*. (Bot. Zeitg. Jahrg. 45. 1887.)
— —, Über den Einfluß der Lage auf die morpholog. Ausbildung einiger *Siphoneen*. (Arb. d. bot. Inst. Würzburg. Bd. III. 1888.)
— —, Über die Umkehrungsversuche mit *Bryopsis*. (Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 18. 1900. pag. 444—451.)
Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. Bd. II. Kraftwechsel. 1 Hälfte. Leipzig 1901.
Pringsheim, N., Über die männlichen Pflanzen und die Schwärmsporen der Gattung *Bryopsis*. (M.-Ber. d. Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1871. Bd. I. d. ges. Abh. pag. 115—128.)
Schmitz, Fr. u. Hauptfleisch, P., *Lemaneaceae*. (Natürl. Pflanzenfamilien. Teil I. Abt. 2. pag. 324—327.)
Sirodot, M. S., Etude anatomique, organogénique et physiolog. s. l. algues d'eau douce d. l. fam. d. *Lemaneacées*. (Ann. d. sc. nat. Sér. V. Bot. T. XVI. pag. 1—95.)
Vöchting, H., Über Organbildung im Pflanzenreich. Bonn 1878 u. 1884.
Wakker, I. H., Die Neubildungen an abgeschnittenen Blättern von *Caulerpa prolifera*. [Ref. v. F. Noll in Bot. Zeitg. 1886. p. 853—54.]
Weber van Bosse, Mrs., On a new genus of *Siphonean* Algae — *Pseudocodium*. (Journ. of the Linnean Society. Bot. Vol. XXXII. 1896. pag. 209—212. Taf. I.)
Wille, N., *Codiaceae*. (Natürliche Pflanzenfamilien. Teil I. Abt. 2. pag. 138—144.)
Winkler, H., Über Polarität, Regeneration und Heteromorphose bei *Bryopsis*. (Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. XXXV. 1900. pag. 449—469.)
Woronine, M., Recherches sur les Algues marines. (*Acetabularia* Lamx. et *Espera* Dcne.) (Ann. d. sc. nat. Sér. IV. Bot. T. XVI. pag. 200—214.)

Erklärung der Tafeln.

Tafel 7.

Fig. 1—12 *Udotea minima*; Fig. 13—21 *Udotea Desfontainii*.

Fig. 1—5. Verschiedene Thallusformen junger Pflänzchen; neben den gestielten kleinen Fahnen in 1 u. 3 auch vereinzelte, dichotomisch verzweigte Fäden. In Fig. 4 geteilter Stiel, in Fig. 1 junge vom Stiel ausgehende Proliferation, Fig. 2 mit zahlreichen Proliferationen der Fahnenfläche. $^{1}/_{1}$.

Fig. 6. Einfache (ursprüngliche) Thallusform von *Udotea minima*, bestehend aus einem unregelmäßig verzweigten, farblosen Rhizoidenschlauche, von welchem die grünen, chlorophyllführenden, dichotomisch verzweigten Schläuche abgehen. $^{15}/_{1}$.

Fig. 7. Junger gestielter Thallus mit kleiner, am Rande wieder in die freien Fäden auslaufender Fahne. An der Bildung des Stieles beteiligten sich in diesem Beispiele die aus mehreren Rhizoiden hervorgegangenen Äste. $^{12}/_{1}$.

Fig. 8. Fadenstück mit typisch ausgebildeter Verzweigungsstelle, (Einschnürung an der Basis der Äste und ringförmige Membranverdickung) und Einschnürungen mit der gleichen Form der Membranverdickung, welche den Faden in zellenähnliche Abschnitte segmentieren. $^{90}/_1$.

Fig. 9. Schlauchende mit Einschnürungsstelle und dichotomischer Verzweigung. $^{90}/_1$.

Fig. 10. Gabelig verzweigtes Fadenstück (ohne Membranverdickungen und Einschnürung) vom Zuwachs vorher normal dichotomisch verzweigter Fäden in Nährlösung. $^{90}/_1$.

Fig. 11. Erstes Stadium der beginnenden Stielbildung; die beiden Äste einer (nicht regelmäßig verlaufenden) dichotomischen Verzweigung umschlingen sich; am einen derselben bildet sich bereits ein Seitenast. $^{90}/_1$.

Fig. 12. Fortgeschritteneres Stadium der Stielbildung. Durch die Vereinigung der von einem Rhizoidenaste gebildeten Verzweigungen ist bereits ein kurzer Strang der dicht zusammenschließenden Äste gebildet worden. $^{15}/_1$.

Fig. 13. Habitusbild einer größeren Pflanze von *Udotea Desfont.* $^{1}/_1$. a Fahne mit unregelmäßig geformtem, aber nicht zerfetztem Rande, b ovale Fahne mit Zonenbildung. am Rande 3 Proliferationen in der Form ungestielter Fahnen; das Zonenzentrum derselben ist unverändert (bei der Ansatzstelle des Stieles) geblieben. Rand der Proliferationen in einen Saum freier Fäden aufgelöst. d Thallus von regelmäßiger Form, am Rande mit einer großen, fächerförmigen Proliferation, deren Zonenzentrum an ihrer Ursprungsstelle am Fahnenrande liegt. e Fahne mit einer von der Fläche abgehenden gestielten Proliferation. c und f junge Stiele mit beginnender Fahnenbildung.

Fig. 14. Kräftige junge Pflanze mit mehreren Rhizoidensträngen und einem sich am obern Ende fächerartig verbreiternden Stiel. Von den „Rhizomen" gehen zahlreiche farblose oder bräunliche Haftrhizoiden ab. $^{1}/_1$.

Fig. 15. Rhizoidenstränge und Stiel einer Pflanze, deren Fahne am 5. März 1903 abgeschnitten worden war; am 25. März begannen aus der Schnittfläche die sich später dichotomisch verzweigenden freien Fäden zu sprossen. $^{1}/_1$.

Fig. 16. Weiter vorgeschrittenes Stadium eines regenerierenden Stieles. Von dem abgeschnittenen Fahnenstumpfe aus gehen pinselförmig eine größere Anzahl von dichotomisch verzweigten Fäden frei nach allen Seiten gekehrt, so daß ungefähr der Habitus eines *Penicillus* nachgeahmt wird. $^{1}/_1$.

Fig. 17. Regeneration einer verstümmelten Pflanze mit 2 Stielen: aus der Schnittfläche des einen entsprossen eine kleinere Anzahl freier Fäden; aus der Fahnenbasis des andern neben den freien Fäden eine, durch Verbindung freier Fäden durch Seitenäste entstehende kleine Fahne. $^{1}/_1$.

Fig. 18 u. 19. Durch Regeneration erzeugte, in typischer Weise mehrfach dichotomisch verzweigte Schläuche. $^{1}/_1$.

Fig. 20. Stück eines dichotomisch verzweigten, durch Regeneration entstandenen freien Markschlauches mit 3 Verzweigungsstellen. Die Einschnürungsstelle mit der ringförmigen Membranverdickung ist im Vergleich zu den sonst übereinstimmend gebauten Fäden von *U. minima* (Fig. 8 u. 9 dieser Tafel) etwas weiter von der Basis der Äste weg verschoben. $^{90}/_1$.

Fig. 21. An den durch Regeneration gebildeten Fäden beginnen nach einigen typisch verlaufenen dichotomischen Teilungen die Fäden die frühere Form etwas zu verändern. Ihr Durchmesser wird etwas kleiner, und es beginnen sich an denselben seitliche Ausbuchtungen, Anfänge zu Seitenzweigen zu bilden. $^{90}/_1$.

Tafel 8.

Udotea minima.

Fig. 22. Fadenstück mit normal geformter Verzweigungsstelle und zahlreichen Einschnürungen, so daß der Faden in einzelnen Partien aus

fast kugeligen oder ellipsoidischen Segmenten zusammengesetzt erscheint. $^{90}/_{1}$.

Fig. 23. Einschnürungsstelle mit der ringförmigen Membranverdickung im optischen Schnitt gezeichnet. An der Bildung der Membranverdickung ist zunächst eine breite, ringförmige Zone zu beiden Seiten der eingeengten Stelle beteiligt; die dieser Zone aufgelagerten sekundären Membranschichten sind in der Mitte am mächtigsten entwickelt, so daß der Membranring nach beiden Seiten allmählich in die unverdickte Membran ausläuft. $^{520}/_{1}$.

Fig. 24. Verbreiterter Fadenscheitel mit den seitlich vom früheren Wachstumszentrum entstandenen Anlagen der beiden Äste. Die neuen Vegetationspunkte je mit einer dichten, chlorophyllosen Plasmakappe überdeckt. $^{520}/_{1}$.

Fig. 25 u. 26. Freigewachsene, gabelig verzweigte Fäden ohne Einschnürungen und Membranverdickungen aus einer Nährlösungskultur. An dem in Fig. 25 dargestellten Fadenende sind die durch Gabelung entstandenen Tochteräste gleich rasch gewachsen und haben sich ungefähr gleichzeitig von neuem gegabelt. Nicht selten geht an solchen Fäden der Teilungsvorgang so vor sich, daß der Scheitel des Fadens sich zunächst unregelmäßig verbreitert, die beiden Anlagen der Tochteräste infolge dessen ungleich werden und sich nachher auch ungleich entwickeln, während der eine (Fig. 26) rasch wächst, bleibt der andere im Wachstum zurück, so daß er später als Seitenast des stärker entwickelten erscheint. Mit dem unregelmäßigen Verlauf der früher dichotomischen Teilung wird im allgemeinen auch der Durchmesser der entstehenden Äste kleiner; an dem in Fig. 25 dargestellten Faden betrug die Breite in den ältern Gliedern nach der ersten und zweiten typisch verlaufenen dichotomischen Teilung 92—68 μ und sank in den durch unregelmäßige Verzweigung gebildeten Endästchen auf 60 bis 40 μ. $^{90}/_{1}$.

Fig. 27. Stück des Fächerrandes zur Zeit intensiven Wachstums. Die aus dem runden Stiel in eine Fläche auseinander gebreiteten Markschläuche bilden eine einzige Schicht. Die einander nur teilweise berührenden Schläuche werden durch die Seitenäste zusammengehalten, welche unmittelbar in der Nähe des wachsenden Scheitels angelegt werden und während ihres späteren Wachstums, den Hauptfäden dicht angeschmiegt von der einen Seite der Hauptfadenschicht durch Lücken zwischen den Hauptfäden durchwachsen, um auf der anderen Seite wiederum denselben dicht anliegend weiter zu wachsen. Die Ausbildung dieser, die Hauptfäden fest zusammenschließenden Nebenäste unterbleibt am Ende des Wachstums, so daß der in der Figur einheitlich erscheinende wachsende Rand sich wiederum in die einzelnen getrennt wachsenden Fäden auflöst. $^{90}/_{1}$.

Fig. 28—30. Verschiedene Wachstums-Stadien der bei der Fahnenbildung entstehenden Nebenäste. Fig. 30 Nebenzweig mit ansehnlicher Verästelung, Durchmesser der Äste geringer als derjenige des Hauptfadens. $^{90}/_{1}$.

Fig. 31. Basis eines kleinen, in Stämmchen und Fahne gegliederten Pflänzchens als (einfaches) Beispiel der mannigfaltigen und z. T. regellosen Verzweigung und Rhizoidenbildung an den basalen, chlorophyllosen Teilen der dichotomisch verzweigten Fäden. $^{90}/_{1}$.

Fig. 32. Chlorophylloser Rhizoidenschlauch mit unregelmäßiger Verästelung. Anstelle der Rhizoiden sind kurze, zum Teil keulenförmige Endanschwellungen gebildet worden, die mit Plasma und Stärke dicht angefüllt sind. Sie funktionieren wahrscheinlich als Speicherorgane und sind vielleicht auch dazu bestimmt, in einer nächsten Vegetationsperiode — als Organe der vegetativen Vermehrung — neue Rhizoiden und dichotomisch verzweigte grüne Fäden zu bilden. $^{90}/_{1}$.

Fig. 33. Chlorophyllkörner und 8 verschieden große Stärkekörner aus einem dichotomisch verzweigten, aber chlorophyllarmen Schlauche. $^{980}/_{1}$.

Fig. 34. Dichtgehäufte Stärkekörner von verschiedener Größe aus einer Endanschwellung (siehe Fig. 32) eines farblosen Schlauches, welche

infolge ihres Stärkereichtums nach ausgeführter Jodreaktion bei schwacher Vergrößerung gleichmäßig dunkelblau gefärbt erscheint. $^{980}/_{1}$.

Tafel 9.

Udotea Desfontainii.

Fig. 35. Gabelungsstelle eines frei gewachsenen Schlauches mit den Einschnürungen an der Basis der Äste und den ringförmigen Membranverdickungen (im opt. Schnitt gezeichnet). $^{520}/_{1}$.

Fig. 36—41. Verschiedene Formen des Scheitels von Markschläuchen am Rande einer rasch wachsenden Fahne. Fig. 36 und 37. Unregelmäßige Gestaltung des Scheitels vor der (dichotomischen) Teilung; Fig. 38 und 39 zeigen das ungleiche Wachstum der entstehenden endständigen Tochteräste. Fig. 40 und 41 Markschläuche mit Anlagen zahlreicher Seitenäste. $^{90}/_{1}$.

Fig. 42. Isolierter Markschlauch mit seinen Seitenästen, welche vom Fadenscheitel gegen die Fahnenbasis hin die aufeinanderfolgenden Stadien ihrer Differenzierung zeigen. Im Verlaufe derselben bilden sich durch reiche Verzweigung zahlreiche Verästelungen zweiter und dritter Ordnung, welche meistens in derselben Ebene liegen. Durch ungleichmäßiges Flächenwachstum an der gesamten Oberfläche dieser Ästchen entstehen die unregelmäßig geformten, lappenförmigen Ausbuchtungen, welche sich miteinander und denjenigen benachbarter Seitenäste verzahnen. $^{90}/_{1}$.

Fig. 43. Seitenzweige zweier Markschläuche; das durch den Kontaktreiz bedingte eigenartige Wachstum der Endzweige wird erst eingestellt, wenn die Randausbuchtungen zu einer vollständig lückenlosen Schicht zusammenschließen. $^{520}/_{1}$.

Fig. 44. Peripherisches Stück eines Stielquerschnittes. In den zentralen Partien des Schnittes ist die Anordnung der parallel verlaufenden oder miteinander verschlungenen Markschläuche zu einem großen zentralen oder mehreren kleinern Bündeln wahrzunehmen. Von den Markschläuchen gehen (wie an Stiellängsschnitten zu ersehen ist) die sich verzweigenden Seitenäste gegen die Peripherie des Stieles hin, wo an den Endverzweigungen wenige, kammförmig angeordnete Ausbuchtungen entstehen, die mit denjenigen benachbarter Äste zu einer dichten Rindenschicht zusammenschließen. Charakteristisch für das Aussehen der den Stiel bildenden Mark- und Rindenschläuche sind die zahlreichen starken Einschnürungen und Erweiterungen ihres Lumens. $^{520}/_{1}$.

Fig. 45. Berindung des *Udotea*-Stieles. (Ansicht eines Teils der Stieloberfläche.) Die zellenartigen, wie durch kleine Interzellularen voneinander teilweise getrennten Gebilde sind die in Fig. 44 von oben dargestellten Ausbuchtungen der Seitenästchen. $^{520}/_{1}$.

Fig. 46. Markschlauch des „Rhizomes" mit zahlreichen, nach einer Seite hin gebildeten Rhizoiden erster Ordnung, deren Basis häufig stark eingeschnürt ist. Der Durchmesser der Rhizomschläuche ist meistens größer als an den Markschläuchen von Stiel und Fahne. Im Zellinhalt kleine Chlorophyll- und Stärkekörner. $^{90}/_{1}$.

Fig. 47—50. Verschiedene Formen der Haftrhizoiden. Membran der dünnen (12—15 μ) Endschläuche häufig bis zu $^{1}/_{4}$ des Gesamtdurchmessers verdickt (49). Scheitel in eine Anzahl (47—49) unregelmäßig geformter, zur Festheftung am Substrate dienender Ausbuchtungen geteilt; in selteneren Beispielen (Fig. 50) werden am Haftrhizoid durch mehr oder weniger regelmäßig verlaufende dichotomische Teilungen eine größere Anzahl endständiger Ästchen gebildet, die ähnlich den rindenbildenden Ausbuchtungen der Seitenäste in Stiel und Fahne gestaltet sind. $^{520}/_{1}$.

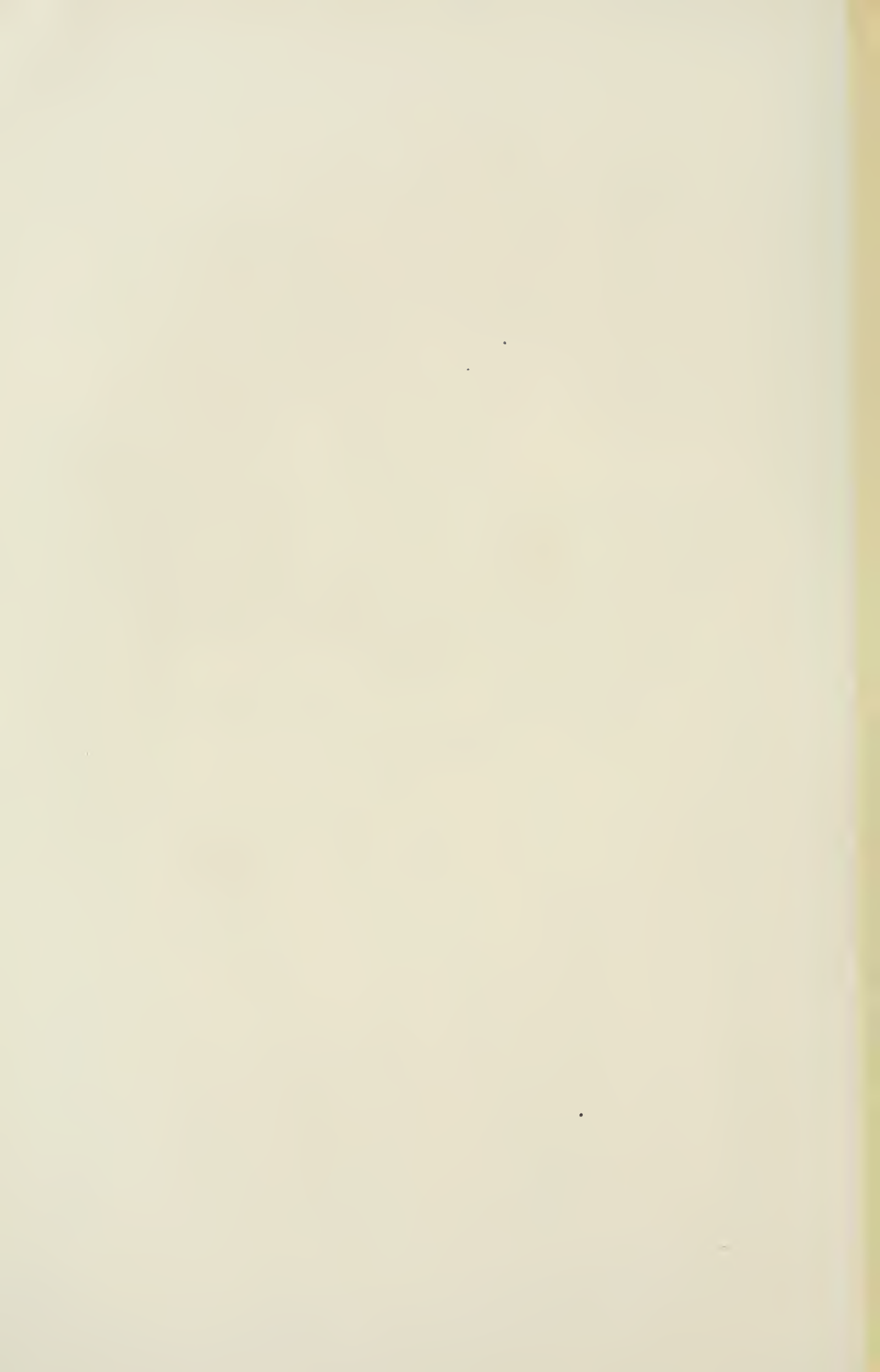




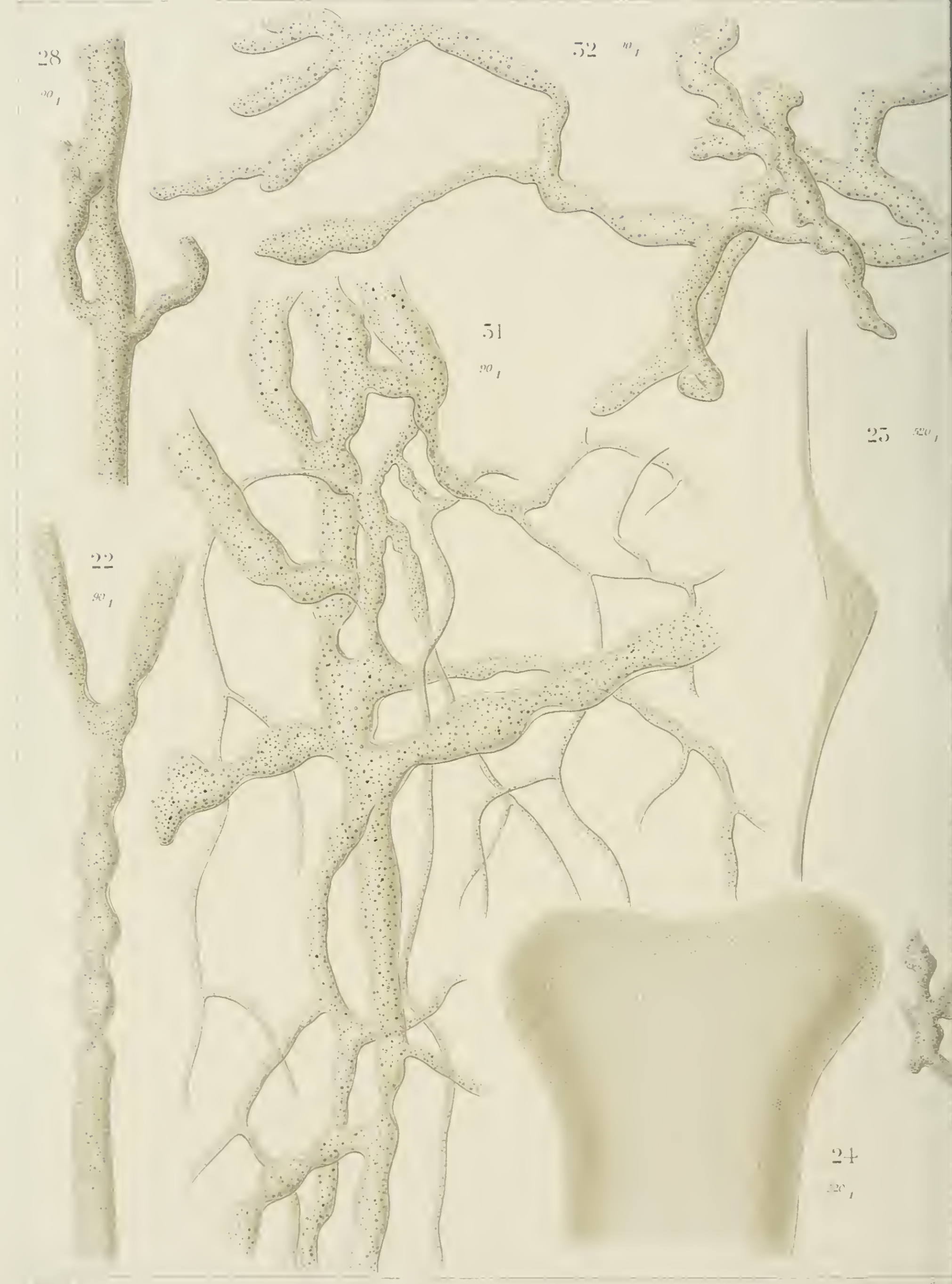
1
2
3
a
b
4
5
6
8
9
10
12
Gus

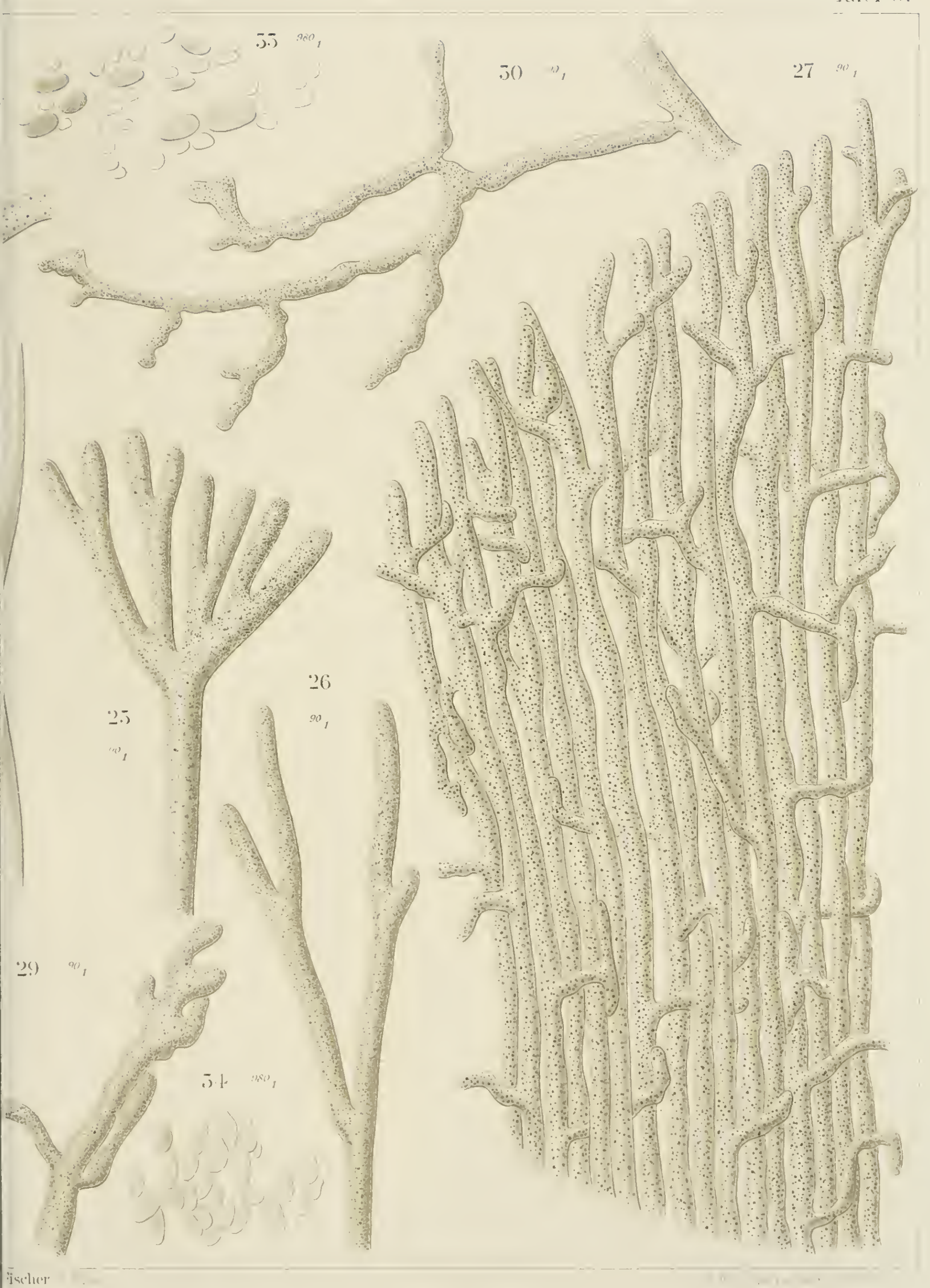


Fischer






28
90/1
22
90/1
31
90/1
32
25
320/1
24
320/1



Fischer





36 90/1

38 90/1

39 90/1

35 520/1

40

41 90/1

42 90/1

a

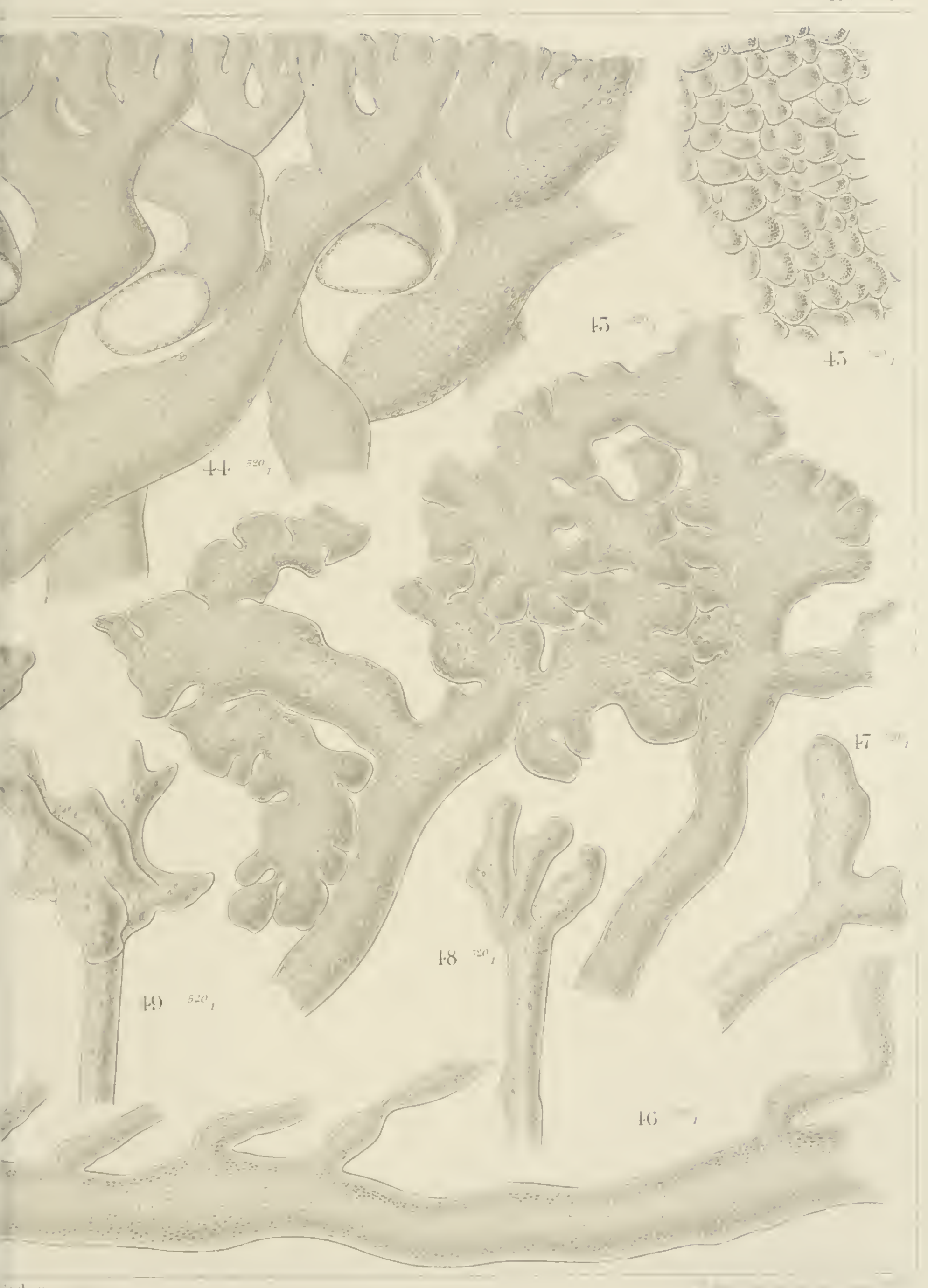
a

b

37

50 520

Gus



ischer.



Neue europäische und exotische Moose.

Von

C. Warnstorf-Neuruppin.

(Mit Tafel 10 u. 11.)

1. ***Riccia subbifurca*** Warnst. in litt. (1902).

Pflanzen in Färbung und Habitus den kleinsten Formen der *R. bifurca* (Hoffm.) durchaus ähnlich und in meist unvollkommenen, dicht in- und übereinander wachsenden, zu gedrängten Rasen vereinigten Rosetten. Laub oberseits grau-, unterseits grasgrün, im Alter gebräunt. Hauptabschnitte gabelteilig, ihre Laubstücke gegen die Spitze ein wenig verbreitert, abgerundet eiförmig, schmal und dick, etwa 0,7—0,8 mm breit und 0,34—0,60 mm hoch, meist 1½—2mal so breit wie dick. Seitenränder ohne Wimperhaare, fast scharfkantig (nicht wulstig und abgerundet wie bei *R. bifurca*), im lebenden Zustande der Pflanze nicht aufgerichtet, dadurch die Laub-oberfläche beinahe flach und nur gegen die Spitze der Fronslappen etwas eingedrückt. Seitenflanken des Laubes meist schräg zur Basis der Ventralseite abfallend. — Einhäusig. Sporen schmutzig hell- oder dunkelbraun, z. T. durchscheinend, mit fast hyalinem, glattem Saume und hohen, netzförmig-verbundenen Exosporleisten, 56 bis 60 μ diam.

Frankreich: Béziers (Hérault) Oktbr. 1902 leg. A. Crozals.

Unterscheidet sich von *R. bifurca* durch nicht abgerundete, wulstige, sondern scharfe Laubränder, fast flache Fronsoberseite und durch kleinere, schmutzig hell- oder dunkelbraune Sporen. Wegen der letztern ist sie auch nicht mit *R. pusilla* zu verwechseln.

2. ***Pottia Fleischeri*** Warnst.

Fleischer et Warnst., Bryoth. europ. merid. no. 23.

Mesophyt! Pflänzchen im ganzen bis 10 mm hoch und in lockern, kleinen, oben grünen Räschen. Stämmchen aufrecht, mehrjährig, einfach, schopfig-beblättert, am Grunde mit Rhizoiden. Obere Blätter rosettenartig gehäuft, breit länglich —

eispatelförmig, etwa 1,14 mm lang und 0,65 mm breit, oben breit abgerundet und durch die kurz austretende Rippe stachelspitzig, an den Rändern bis gegen die Spitze zurückgerollt. Laminazellen in den obern $^2/_3$ des Blattes quadratisch und polygonal, durchschnittlich 10—15 μ diam., dünnwandig, dicht mit Chloroplasten erfüllt, beiderseits, sowie auch die Rippe mit zahlreichen, in der Flächenansicht hufeisenförmigen Warzen bedeckt und dadurch sehr undurchsichtig. — Autözisch; ♂ Blüten sehr klein, knospenförmig, in den Achseln der unteren oder mittleren Stammblätter. Sporogone mit gelbrötlicher, aufrechter, trocken unten rechts, oben links gedrehter, 3—4 mm hoher Seta. Kapsel länglich-eiförmig, aufgerichtet, zur Reife kastanienbraun, etwas glänzend, mit ein wenig verengter roter Mündung, trocken zart längsstreifig. Haube? Deckel aus gewölbter Basis schief geschnäbelt, $^1/_3$—$^1/_2$ Urnenlänge. Ring 1reihig, bleibend. Zellen des Exotheciums unregelmäßig-polygonal und kurz rechteckig, dünnwandig, um die Mündung 2 oder 3 Reihen sehr kleiner, verdickter, polygonaler Zellen. Spaltöffnungen oberflächlich, wenige im Halsteile, Schließzellen rot. Peristom rudimentär, nur als blaßgelbe, deutlich hervortretende, rechteckig getäfelte Basilarmembran ausgebildet. Sporen in Masse rotbraun, dicht papillös, kugeltetraëdrisch, 18—25 μ diam. Sporenreife im Winter.

Korsika: Ajaccio, an Grabenrändern am 24. Februar 1894 von Fleischer gesammelt. — Vorstehende Pflanze ist von Fleischer und dem Verf. in Bryoth. europ. merid. unter no. 23 irrtümlich als *P. intermedia* var. *corsa* Fl. et Warnst. ausgegeben worden, wozu sie auf keinen Fall gehört. Schon wenn man die kurze Beschreibung von var. *corsa* im Bot. Centralbl. 1896. I. p. 299, die auch Limpricht in Kryptogamenfl. von Deutschl. Laubm. Nachtr. p. 689 abdruckt, vergleicht, wird man sofort erkennen, daß die in der Bryoth. europ. merid. ausgegebene Pflanze damit durchaus nicht übereinstimmt. Die Beschreibung von *P. intermedia* var. *corsa* im Bot. Centralbl. l. c. lautet wörtlich: Obere Blätter breiter und fast doppelt so lang (4 mm) als an der Normalform; Rippe in der Spitze oder kurz vor derselben verschwindend, nicht als Endstachel austretend; Rand nur in der untern Hälfte schwach angebogen, sonst flach; Zellen warzenlos, lockerer. Sporen kugelig oder oval, schmutzig-braun, warzig, 31—35 μ diam. — Diese Diagnose wurde vom Verf. nach Proben angefertigt, die Fleischer in Sardinien bei Cagliari aufgenommen und mir zur Untersuchung zugesandt hatte. Als mir nun später das zur Herausgabe in der Bryoth. europ. merid. bestimmte reiche Material von Fleischer unter dem Namen *P. intermedia* var. *corsa* zuging, erachtete ich, auf die scharfe Beobachtungsgabe meines Freundes vertrauend, eine nochmalige Untersuchung nicht für notwendig, und so ist es gekommen, daß unter diesem Namen eine ganz andere Pflanze

verteilt worden ist als die, welche im Bot. Centralbl. l. c. beschrieben wurde.

3. *Didymodon angustifolius* Warnst.

Xerophyt! Pflanzen in dichten, gelbbräunlichen, niedrigen, bis 5 mm hohen Räschen. Stämmchen einfach, aufrecht, dicht beblättert, im Querschnitt 5kantig, ohne Centralstrang, Grundgewebe sehr locker, dünnwandig, hyalin, gegen den Umfang mit 2 Reihen kleinerer, verdickter, gelbwandiger Zellen. Blätter trocken aufrecht, dicht an den Stengel gedrückt, die oberen, größeren fast knospenförmig zusammenschließend, feucht aufrecht-abstehend, schmal-lanzettlich, 0,86—1 mm lang und durchschnittlich 0,25 mm breit, aus meist nicht verbreitertem Grunde allmählich zu einer breiten, scharfen Spitze verschmälert, kielig-hohl, ganzrandig, an den Seitenrändern nicht oder schwach, bisweilen nur einseitig schmal zurückgebogen. Rippe nicht kräftig, gelblich, nach oben allmählich dünner werdend, im Querschnitt rundlich, am Rücken stark konvex vortretend, vor oder in der Spitze erlöschend; Zellen fast homogen. Laminazellen rundlich-quadratisch und polygonal, mit nicht oder schwach (in den Ecken oft stärker) verdickten Wänden, in der Blattmitte 12—18 μ diam., beiderseits, sowie auch die Rippe am Rücken, papillös; Basalzellen wenig weiter, zu beiden Seiten der Rippe wenige Reihen kurz-rektangulär. — Blüten und Sporogone unbekannt.

Neuruppin, auf einem Grabsteine (Sandstein) des neuen Kirchhofs am 18. April 1900 vom Verf. entdeckt.

Die Pflanze unterscheidet sich von *Didymodon luridus*, dem sie habituell sehr ähnlich ist, durch den fehlenden Zentralstrang im Stengel, die kleineren, viel schmäleren, am Rande meist nicht oder kaum umgerollten Blätter und die viel größeren, beiderseits papillösen Laminazellen.

4. *Tortula pontresinae* Geheeb et Warnst.

Xerophyt! Pflanzen grazil, in lockeren, leicht zerfallenden, oben dunkel-, innen rostbraunen, etwa 3 cm hohen Rasen. Stämmchen aufrecht, sehr brüchig, einfach oder kurz büschelästig, gleichmäßig dicht beblättert und nur am Grunde mit Rhizoiden; im Querschnitt stumpf-dreieckig, ohne Centralstrang, Grundgewebe gelb, dünnwandig und getüpfelt, die Mittelpartie mitunter rotbraun und stark verdickt, am Umfange mit meist 2 Reihen etwas engerer und wenig verdickter Zellen. Blätter trocken nicht gedreht, steif aufrecht und dem Stengel dicht anliegend, feucht schwach bogig aufrecht-abstehend, klein, 1,14—1,30 mm lang und 0,40 mm breit, schmal zungen- bis fast spatelförmig, an der Spitze breit abgerundet, kielig-hohl, Seitenränder in der Mitte schwach, umgerollt und krenuliert. Rippe wenig kräftig, oberwärts gelb bis rotbraun, als kurzes, stark gesägtes, hyalines Haar austretend.

das in älteren Blättern aber fast stets abgebrochen ist; am Rücken konvex hervortretend und durch grobe Warzen sehr rauh; im Querschnitt mit meist 2 Innenzellen, 2—4 medianen Deutern ohne Begleiter, einem darunterliegenden Stereïdenbunde und Außenzellen, die bald deutlich, bald kaum von den Stereïden zu unterscheiden sind. Laminazellen rundlich-polygonal, dünnwandig, aber mit schwachen Eckverdickungen, in den oberen $^3/_4$ des Blattes durchschnittlich 12 μ diam. und durch beiderseitige grobe Warzen sowie durch zahlreiche Chloroplasten undurchsichtig, erstere in der Flächenansicht hufeisenförmig. Zellen in der Mitte über dem Blattgrunde zu beiden Seiten der Rippe hyalin und verlängert-rechteckig, nach den Rändern hin meist kürzer und z. T. quadratisch, mit wenigen lichteren Chloroplasten, im Alter gelb und einen Saum bildend. — Zweihäusig; Blüten und Sporogone unbekannt.

Schweiz: Unweit Pontresina bei 2700 m im Juli 1888 von Dr. Winter gesammelt und an Geheeb übersandt.

Von der ebenfalls hochalpinen *T. aciphylla* (Bryol. eur.) Hartm. auf den ersten Blick durch viel kleinere, trocken nicht gedrehte, aufrecht-dicht-anliegende, feucht nur wenig bogig abstehende Blätter, mit kürzerem, hyalinem, stark gezähntem Endhaar zu unterscheiden.

5. ***Pohlia Lindbergii*** Warnst. in litt.

In Größe und Habitus der *Pohlia bulbifera* (Warnst.) sehr ähnlich. — Zweihäusig: bis jetzt nur die Bulbillen tragende sterile Pflanze bekannt. Pflänzchen zart und weich, in lockeren, oben grünen, unten durch Rhizoidenfilz verwebten, trocken deutlich glänzenden Räschen. Stämmchen rot, einfach, gleichmäßig beblättert. Blätter klein, etwa 1 mm lang und 0,3 mm breit, schmal-lanzettlich, allmählich schlank und scharf zugespitzt, am meist rötlichen Grunde etwas herablaufend, an den flachen, ungesäumten Rändern oberwärts gezähnelt, trocken aufrecht-abstehend und etwas gedreht, feucht weit abgebogen. Rippe unten rot, stets vor der Spitze aufgelöst. Laminazellen dünnwandig, nicht getüpfelt, verhältnismäßig kurz rhomboidisch-sechseitig, in der Blattmitte etwa 40—75 μ lang und 12—15 μ breit, an der Basis etwas kürzer und weiter. Vegetative Vermehrung durch auffallend große, purpurrote, dick eiförmige oder verlängert-ovale Bulbillen, deren gestreckte Sproßachse oberhalb der Basis bis zur Spitze mit lanzettlichen, schlank zugespitzten Blättchen (ich zählte bis 8) besetzt ist. Dieselben stehen meist einzeln, selten in der Nähe der Stammspitze zu 2 oder 3 in den Blattachseln und erreichen im ausgewachsenen Zustande eine Länge von 0,5—0,7 mm und eine Dicke von 0,20—0,25 mm und ähneln ganz und gar den Bulbillen der *Pohlia commutata*.

Schweden: Dalarna Avesta, Lindnäs, im August 1881 leg. Conrad Indebelon (Herb. Lindberg).

Die größten Bulbillen der *Pohlia commutata* erreichen eine Länge von ungefähr 0,60 mm und eine Dicke von 0,18—0,20 mm, haben also annähernd die gleiche Größe wie die von *P. Lindbergii.* Allein sie unterscheiden sich wesentlich von den letztern dadurch, daß nur 4—5 meist stumpfliche Blättchen, erst von der Mitte der Sproßachse beginnend, die Spitze krönen.

6. *Pohlia Ramannii* Warnst. in litt. 1896.

Zweihäusig; bis jetzt nur die ♂ Pflanze bekannt. In dichtgedrängten, oben gelbgrünen, trocken mattglänzenden, innen durch braunen, papillösen Rhizoidenfilz verwebten, bis 2 cm tiefen Rasen. Stämmchen aufrecht, am Grunde meist von Blättern entblößt und schwarzbraun, weit hinauf mit zahlreichen Rhizoiden besetzt, reich verästelt. Untere Blätter sehr klein, entfernt gestellt, schuppenartig, eilanzettlich oder eiförmig, ganzrandig oder nur in der äußersten Spitze mit wenigen Zähnen. Rippe entweder fast ganz fehlend oder weit bis kurz vor der Spitze schwindend. Laminazellen kürzer und im oberen Blattteile rhomboidisch. Stammblätter nach oben allmählich etwas größer und gedrängter, aus wenig verschmälertem, nicht herablaufendem Grunde schmal-lanzettlich, etwa 1,14 mm lang und 0,33 mm breit, am umgesäumten Rande nirgends umgerollt, gegen die Spitze sägerähnig, mit kräftiger, gelber, in oder kurz vor der Spitze schwindender Rippe. Laminazellen der Blattmitte verlängert-rhomboidisch und z. T. rectangulär, mit starkverdickten Längswänden und feiner, dichter Längsstrichelung auf den Außenflächen, 44—75 μ lang und 12 μ breit. ♂ Blüten dick knospenförmig, mit zahlreichen Antheridien, aber sehr spärlichen oder gänzlich fehlenden Paraphysen. Äußere Hüllblätter aus verschmälerter, gelber Basis lanzettlich, 1,6 bis 1,7 mm lang und 0,5 mm breit, flachrandig, gegen die Spitze gezähnt, Rippe sehr kräftig, gelb bis gelbbraun, in oder kurz vor der Spitze aufgelöst. Laminazellen eng, verlängert-rhomboidisch, in der oberen Blattpartie fast prosenchymatisch, mit sehr stark verdickten Längswänden, am Blattgrunde (die Querwände stärker) getüpfelt, Außenwände längs gestrichelt wie in den übrigen Stammblättern. Mittlere Perigonalblätter aus eiförmiger, hohler, orangegelber Basis plötzlich in eine lange, gesägte Pfrieme verschmälert; die innersten sehr klein, eiförmig, bauchig hohl, kurz gespitzt und ganzrandig; Rippe dünn, vor dem Spitzchen endend. — Bulbillen in den Blattachseln steriler Sprossen fehlen.

Finnland: Skolter 1895 leg. Prof. Dr. Ramann.

Der *Pohlia nutans* nächstverwandt, aber durch diözischen Blütenstand hinlänglich verschieden. Von den übrigen zwei-

häusigen *Eupohlia*-Arten durch die zart und fein längsgestrichelten Außenwände der Laminazellen zu unterscheiden.

7. *Pohlia grandiretis* Warnst.

Mesophyt! Zweihäusig; bisher nur die ♂ Pflanze bekannt. In lockeren, oben gelbgrünen bis bräunlich gelben, trocken schwach glänzenden, nicht durch Rhizoidenfilz verwebten, etwa 1 cm hohen Rasen. Stämmchen einfach, aufrecht, dunkelblutrot, bis gegen den Blütenstand hin dicht und fast gleichmäßig beblättert. Blätter feucht steif aufrecht, lanzettlich, etwa 0,86 mm lang und 0,35 mm breit, herablaufend, flachrandig, gegen die Spitze gezähnt, 1—2 Reihen engerer und längerer Zellen einen undeutlichen Saum bildend. Rippe am Grunde (im Alter gänzlich) rotbraun, sonst grünlich oder gelb, vor der Spitze aufgelöst. Laminazellen sehr weitlichtig, fast wie bei *Bryum*, verlängert breit rhomboidisch-sechsseitig, dünnwandig, fast überall gleich, 88—112 μ lang und 25 μ breit, an den Seitenrändern enger und länger. ♂ Blüten end- und achselständig, dick knospenförmig; äußere Hüllblätter schmal-lanzettlich, allmählich lang-zugespitzt, an der Spitze gesägt, durch 2—3 Reihen engerer Zellen mehr oder minder deutlich gesäumt; Rippe in oder kurz vor der Spitze endend; die mittleren aus eiförmigem, rot-braunem, bäuchigem Grunde schnell in eine lanzettliche, gesägte Pfriemenspitze verlängert; die innersten sehr klein, ganz braunrot, eiförmig, mit kurzem aufgesetzten Spitzchen und dünner, weit vor der Spitze erlöschenden Rippe. Antheridien zur Geschlechtsreife farblos, sehr zahlreich in den Achseln der Hüllblätter, ohne oder nur mit vereinzelten braunroten Paraphysen. Vegetative Vermehrung durch einzeln in den Blattachseln steriler Stämmchen stehende, rotbraune, große Brutknospen. Dieselben besitzen eine sehr verkürzte, am Grunde abgerundete, kleinzellige Achse, die bald über der Basis von mehreren Reihen sehr dicht gedrängter, breit-ovaler, kurz-gespitzter, weitzelliger, rippenloser, braunroter Blättchen besetzt ist, welche nach oben den Achselscheitel mehr oder minder überwölben.

Insel Röm: Lakolk, in Gräben am 16. Juli 1901 vom Lehrer O. Jaap in Hamburg entdeckt.

Von den bisher bekannten Bulbillen tragenden europäischen Arten dieser Gattung sehr leicht auch steril durch die auffallend weiten rhomboidisch-sechsseitigen Zellen der Stammblätter, die, an den Seitenrändern bedeutend verengt und verlängert, einen mehr oder weniger deutlichen Saum bilden, zu unterscheiden. Die rotbraunen, rundlichen Bulbillen haben sich trotz ihrer sehr verkürzten Achse durch die verhältnismäßig großen, ziemlich zahlreichen Blattorgane den Sproßcharakter in weit höherm Grade erhalten, als es bei den übrigen aus Europa bekannten *Pohlia*-Arten der Fall ist.

8. ***Bryum anomalum*** Ruthe in litt. 1903.

(Cladodium.)

Pflanzen in niedrigen, oben gelbgrünen, innen durch Rhizoidenfilz verwebten, dichten, bis 10 mm hohen Rasen. Stämmchen schopfig beblättert. Schopfblätter zahlreich, breitlanzettlich, nach oben allmählich zugespitzt, 2,6—3 mm lang und 1 mm breit, die Ecken am roten Grunde abgerundet, an den 3 bis 4reihig gesäumten Rändern bis gegen die meist schwach gezähnelte Spitze breit umgerollt, die kräftige Rippe als langer, fast glatter oder deutlich gezähnter Endstachel austretend. Laminazellen in der Blattmitte rhomboidisch-sechsseitig, dünnwandig, 45—70 μ lang und 18—22 μ breit, im basalen Blatteile gestreckt-rechteckig, überall deutlich, unten stärker getüpfelt, in den abgerundeten Basalecken erweitert, quadratisch und kurz-rektangulär. — Synözisch und mit ♂ Blüten in den Fruchtrasen. Zwitterblüten mit wenigen Antheridien und zahlreichen gelben Paraphysen. ♂ Blüten dick, fast scheibenförmig, mit sehr vielen weinroten Antheridien und orangegelben Paraphysen. Sporogone mit bis 3,5 cm hoher, roter, aufrechter Seta. Kapsel hängend, regelmäßig, hellbraun, glanzlos, aus kurzem, trocken faltigem Halse länglich-eiförmig, unter der weiten Mündung wenig verengt, bis 3 mm lang und 1 mm dick. Deckel breit, flach gewölbt, mit sehr niedriger Warze. Ring 3reihig, sich abrollend. Zellen des Exotheciums oberwärts rechteckig, nach unten sehr unregelmäßig und meist polygonal, mit etwas verdickten, gebogenen Wänden. Spaltöffnungen oberflächlich, zahlreich am Grunde der Urne, Schließzellen hyalin, Porus schmal elliptisch. Zähne des Exostoms blaßgelb, an der Insertion dunkelrot, nur 0,30—0,33 mm hoch, ungleich lang und unregelmäßig, alle stumpfspitzig, einzelne öfter an der Spitze mit einem seitlichen Anhängsel oder unter derselben verbreitert und durchbrochen, bisweilen 2 Zähne in der obern Hälfte miteinander verschmolzen, außen unten sehr fein papillös, oberwärts glatt, mit Zickzacklinie und quadratischen bis kurz rechteckigen Dorsalfeldern, kaum gesäumt; Lamellen bis 12. Endostom bleich, äußerst zart papillös, Grundhaut kaum 1/3 der Zahnhöhe, Fortsätze schmal-lanzettlich, oben ritzenförmig oder schmal-fensterartig durchbrochen; Wimpern fehlend oder sehr rudimentär. Sporen gelbgrünlich, kugelig, glatt, 30—37 μ diam. Sporenreife Ende Mai und anfangs Juni.

Pommern: Swinemünde, am Swineufer bei Westswine am 29. Mai 1901 von Kreistierarzt R. Ruthe entdeckt und mir freundlichst mitgeteilt.

Gehört in die Verwandtschaft des *Br. inclinatum*. Sehr ausgezeichnet durch den breiten, flach gewölbten Deckel mit niedriger Zitze, die kurzen, blaßgelblichen, oberwärts vollkommen glatten, unregelmäßig ausgebildeten, stumpfen Exostomszähne

mit nur bis 12 Lamellen ohne Zwischenwände. sowie endlich durch die großen Sporen.

9. *Bryum arvense* Warnst.

(Eubryum.)

Zweihäusig; bis jetzt nur die ♀ Pflanze bekannt. Stämmchen nur wenige mm hoch und kaum über die Erde hervorragend, daher leicht zu übersehen, mit 1 oder 2, etwa 5 mm langen, locker beblätterten Sprossen. Letztere im Querschnitt stumpf 5eckig. mit verhältnismäßig großem Zentralstrang, weiten Grundgewebezellen und 2 Reihen engerer, schwach verdickter, weinrötlicher mechanischer Zellen. Blätter klein, grün, 0,5 bis 0,7 mm lang und etwa 0,3 mm breit, eilanzettlich, sehr hohl, ungesäumt, an den Rändern nicht umgebogen, am Grunde nicht rot, mit dünner, gelblicher, in der Spitze aufgelöster Rippe. In den Blattachseln häufig mit großen, eiförmigen, kurz gestielten oder sitzenden, spitz- oder stumpfblättrigen, am Grunde weinrötlichen, leicht abfallenden Brutknospen, die mit denen von *Br. argenteum* große Ähnlichkeit haben. Zellen der Blattmitte rhomboidisch-sechsseitig, dünnwandig, nicht getüpfelt. 50—60 μ lang und 15 μ breit, sämtlich mit blassen Chloroplasten erfüllt. Hüllblätter der ♀ Blüte lanzettlich, 1—1,5 mm lang und am nicht rötlichen Grunde etwa 0,5 mm breit, ungesäumt, bis über die Mitte hinauf an den Seitenrändern zurückgebogen. hohl: Rippe ziemlich kräftig und gelblich, in die Spitze ein- oder ein wenig darüber hinaustretend. Archegonien spärlich, mit längern, weinrötlichen, fadenförmigen Paraphysen gemischt. Alles übrige unbekannt.

Bei Neuruppin (Brandenburg) auf feuchten, mergelhaltigen Stoppeläckern im September 1902 vom Verf. entdeckt.

Die Pflänzchen wachsen entweder vereinzelt unter andern Moosen oder sind zu kleinen bis größern, lockern Verbänden vereinigt. Durch die großen, dicken, einzeln in den Blattachseln der sterilen Sprossen auftretenden Brutknospen erinnert der Habitus des Mooses entfernt an *Br. argenteum*, von dem es aber schon makroskopisch durch die vollkommen grünen Blättchen abweicht. In seiner Gesellschaft wachsen: *Riccia sorocarpa*, *R. bifurca*, *R. glauca*. *Anthoceros punctatus*. *Acaulon muticum*, *Phascum cuspidatum*, *Pottia truncatula*. *P. intermedia*. *Ceratodon purpureus*. *Barbula unguiculata*, *Br. caespiticium* und *Br. argenteum*.

Correns erwähnt in Vermehrung der Laubm. p. 177 Anmerk. ein ? *Br. caespiticium* aus Thüringen, das nach Fig. 108 C. ganz ähnliche Bulbillen besitzt wie *Br. arvense*, weshalb es nicht unmöglich ist. daß beide Pflanzen zusammengehören.

10. *Bryum pallidum* Warnst. non Schreber.

(Eubryum.)

Mesophyt! Pflanzen in etwa 1,5—2 cm hohen. lockern. oben graugrünen, unten durch Rhizoidenfilz verwebten Rasen:

Fruchtstämmchen mit 1 oder 2 langen, locker beblätterten subfloralen Sprossen. Untere und mittlere Stammblätter schmal-lanzettlich, etwas herablaufend, 2 bis 3reihig gelblich gesäumt und an den Rändern schwach umgerollt, am Grunde rot. Rippe verhältnismäßig dünn und in der Spitze schwindend oder als kurzer Endstachel austretend. Schopfblätter größer, schmal-lanzettlich, 1,86 bis 2,5 mm lang und 0,5—0,6 mm breit, trocken spiralig gedreht, an der Basis purpurn, 2 bis 3reihig gelb gesäumt und schmal umgerollt, ganzrandig. Rippe anfangs gelb, später gelbrot oder gelbbraun, als lange, meist glatte, selten an der Spitze gezähnelte Granne austretend. Laminazellen weitlichtig, unregelmäßig verlängert, rhomboidisch-sechsseitig, nicht getüpfelt, in der Blattmitte 44—75 μ lang und 18—25 μ breit, an der Basis (auch in den basalen Ecken) rektangulär. — Synözisch, auch vereinzelt autözisch oder ♂ Blüten auf besondern Pflanzen eingesprengt; Antheridien zahlreich, rot, mit unten rötlichen, oben gelblichen Paraphysen. Sporogone mit bis 3 cm hoher, blaßroter, oben gelblicher, meist rechts gedrehter Seta. Kapseln regelmäßig, groß und dick, wagerecht oder z. T. fast hängend, aus langem Halse keulig-birnförmig, 4—5 mm lang und 1—1,5 mm dick, weitmündig und unter der Mündung nicht verengt, zur Reife blaßgelb oder gelbbraun. Deckel groß, hellrot, glänzend, an der Basis nicht flachrandig, sondern direkt vom Umfang aus hoch kegelförmig oder gewölbt mit Zitze. Ring 3reihig, sich abrollend. Zellen des Exotheciums gelb und dickwandig, in Mehrzahl rechteckig, mit etwas gewundenen Wänden. Peristom etwa 0,6 mm hoch; Zähne des Exostoms in der untern Hälfte blaßgelb, dorsalseits mit Zickzacklinie, breit hyalin-gesäumt, Insertion orange, gegen die Spitze hyalin und papillös; Lamellen 32—36. Fortsätze des Endostoms breit fensterartig durchbrochen und die 2 oder 3 Wimpern mit Anhängseln. Sporen gelbgrün, meist 16—18, selten bis 22 μ diam. Sporenreife im Juni.

Im Juni 1898 von Johannes Warnstorf in einer feuchten Sandgrube bei Wittenberge a. d. Elbe (Altstadt) entdeckt. — In Verh. Bot. Ver. Brandenb. Jahrg. 42 (1900) p. 204 als *Br. pallescens* aufgeführt, von dem es sich aber durch schmälere, etwa nur halb so breit gesäumte Blätter mit weitlichtigeren Zellen, den meist synözischen Blütenstand, dickere Kapsel, den an der Basis nicht flachrandigen Deckel und etwas kleinere Sporen unterscheidet.

11. ***Bryum Jaapianum*** Warnst. in litt. 1900.
(Eubryum.)

Mesophyt! Pflanzen zart und schlank, in dichten, oben grünen, innen braunen, unten durch grobwarzigen Rhizoidenfilz verwebten, bis 3 cm hohen Rasen und habituell noch am

ehesten an äußerst grazile Formen von *Br. pseudotriquetrum* erinnernd. Stämmchen aufrecht, rot, einfach und sich durch 2 (selten mehr) lange, subflorale Sprossen verjüngend; im Querschnitt durch falsche Blattspuren stumpf 5kantig, mit bandförmigem weißen Zentralstrange, rotwandigen weiten Grundgewebezellen und 1 oder 2 Reihen etwas engerer, schwach verdickter, roter, im Alter brauner Außenzellen. Blätter schmal-lanzettlich, etwa 1.34 mm lang und am Grunde 0.43 mm breit, nicht herablaufend, trocken zusammengebogen, bogig dem Stengel angedrückt bis spiralig gedreht, feucht gekielt und straff aufrecht, am Grunde nicht rot, die Seitenränder durch 1 oder 2 Reihen engerer und längerer Zellen undeutlich gesäumt, ganzrandig und nicht oder kaum schwach umgerollt. Rippe kräftig, als kurze, glatte Granne austretend, in der Jugend grünlich, später rotbräunlich, im Alter braun, stielrund, mit 2—4, unter ebensovielen Innenzellen liegenden Deutern, meist 8 Außenzellen und zahlreichen roten oder braunen stereïden Füllzellen, die kleine Begleitergruppe der Deuter häufig fehlend. — Zweihäusig; bis jetzt nur die ♀ Pflanze bekannt. Archegonien in Menge, ohne oder nur mit vereinzelten, sehr kurzen, fadenförmigen Paraphysen; Hüllblätter zahlreich, ei-lanzettlich, so lang wie die übrigen Stammblätter, aber durchschnittlich 0,7 mm breit, trocken schwach gedreht, feucht gekielt und aufrecht, ohne Saum, nicht umgerollt, Rippe grünlich, als kurzer Endstachel austretend. Zellen dünnwandig, ungetüpfelt, im ganzen Blatt fast gleich groß, nur gegen die Ränder etwas enger und länger und an der Basis wenig weiter, rhomboidisch-sechsseitig, mit gelb-grünen Chloroplasten erfüllt, in der Blattmitte 37 bis 80 μ lang und 18—23 μ breit. — Das übrige unbekannt.

Am 25. August 1900 von Lehrer Jaap in Hamburg in der Ostprignitz bei Station Kuhbier unweit Pritzwalk in einem Eisenbahnausstich entdeckt.

Obgleich das Erkennen und Bestimmen gewisser steriler Brya selbst für erfahrene Bryologen oft eine sehr heikle und schwierige Sache ist, so dürfte dennoch die vorliegende zierliche Art an den hervorgehobenen Merkmalen unschwer zu rekognoszieren sein.

12. ***Bryum Rothii*** Warnst. *(Eubryum)*.

Bryum pseudotriquetrum var. *gracilescens* Schpr.; Warnst in litt.

Pflanzen grazil, in 3—4 cm hohen, oben grünen, innen bis zu den neuen Sprossen hinauf durch grobwarzigen Rhizoidenfilz verwebten, dicht gedrängten Rasen. — Zweihäusig; bis jetzt nur die ♀ Pflanze bekannt. Stämmchen ästig, besonders durch subflorale Sprossen, im Querschnitt stumpf 5eckig; Zentralstrang, Grundgewebe, sowie 2 Reihen viel kleinerer verdickter Zellen am Umfang purpurn. Blätter gedrängt, die Gipfelblätter trocken deutlich links gedreht, feucht aufrecht abstehend, die übrigen Stammblätter trocken bogig dem Stengel angedrückt; letztere

schmal-lanzettlich, 1,14—1,30 mm lang und 0,40—0,45 mm breit, am roten Grunde seitlich nicht oder kaum herablaufend und am 2—3reihig gesäumten Rande von der Basis bis fast zur Spitze schmal umgerollt; die kräftige Rippe als kurzer Endstachel austretend. Schopfblätter größer, breit-lanzettlich, 1,7 mm lang und 0,7 mm breit, allmählich zugespitzt, an der Basis rot, von hier bis gegen die oft schwach gesägte Spitze an den gesäumten Rändern breit umgerollt, und die sehr kräftige Rippe als dicker, kurzer Endstachel austretend; letztere abwärts im Querschnitt mit 4—5 Innenzellen und ebensovielen medianen Deutern, 4—5schichtigem Stereïdenbande und kaum oder nicht differenzierten Rückenzellen. Obere Blätter der subfloralen Sprossen klein, eiförmig, ohne deutlichen Saum, kurz gespitzt, am Rande nicht oder nur am Grunde sehr schmal umgerollt, nicht herablaufend, und die dünne Rippe meist vor dem Spitzchen schwindend, 0,70—0,75 mm lang und etwa 0,50 mm breit. Laminazellen der Gipfelblätter derbwandig, die der Sproßblätter mit sehr dünnen Wänden; in der Blattmitte rhomboidisch-sechsseitig, 18—30 μ lang und etwa 12 μ breit, in der basalen Blatthälfte kurz-rechteckig und z. T. quadratisch. ♀ Blüten mit wenigen Archegonien und rötlichen Paraphysen. Das übrige unbekannt.

Am Ramsberg bei Laubach (Hessen) auf steinigem Basaltboden bei 280 m im Oktober 1900 von G. Roth entdeckt.

Die Pflanze ist einem sehr zierlichen *Br. pseudotriquetrum* wohl sehr ähnlich, unterscheidet sich aber sehr leicht durch die kleinen, nicht oder kaum herablaufenden Blätter und das engere Zellnetz der Lamina.

13. ***Sphagnum pseudomolle*** Warnst.

(*Acutifolium*gruppe.)

Pflanzen in niedrigen, bleichgrauen bis schmutzig-bräunlichen, dichten, etwa 5 cm hohen, glanzlosen Rasen und habituell *Sph. molle* sehr ähnlich. Epidermis der Stämmchen 3—4schichtig. Holzkörper gelblich. Stammblätter dreieckig-zungenförmig, 1—1,2 mm lang und 0,70—0,86 mm breit, rings schmal gesäumt oder der Saum am Grunde undeutlich verbreitert, an der gestutzten Spitze gezähnelt. Hyalinzellen weit rhomboidisch, fast sämtlich durch eine schräge Wand geteilt, meist faser- und porenlos, seltener in der obern Blattpartie in einzelnen Zellen mit Fasern.

Äste außerordentlich dicht gedrängt, die stärkern aufstrebend (ob immer?). Blätter der letzteren dicht dachziegelig gelagert, ziemlich groß, 1,14—1,30 mm lang und 0,57—0,70 mm breit, ei-lanzettlich, mit kurzer, schmal gestutzter und gezähnter Spitze, an den schmal gesäumten, oft weit herab eingebogenen Rändern ohne Resorptionsfurche. Hyalinzellen weit, auf der Blattinnenfläche gegen die Spitze hin

mit kleinen Eck- und Spitzenlöchern, in der Nähe der Ränder mit verhältnismäßig wenigen großen runden Poren; außen mit halbelliptischen Kommissuralporen, die von oben nach unten allmählich größer werden und in der Nähe der Ränder sich z. T. mit Innenporen decken.

Chlorophyllzellen im Querschnitt dreieckig bis trapezisch und außen eingeschlossen oder beiderseits freiliegend.

Japan: Taitun, 1200 m; am 7. Mai 1903 leg. Faurie no. 48.

14. *Sphagnum roseum* Warnst.

(*Acutifolium*gruppe.)

Pflanzen im dichten, 7—8 cm hohen, oben rosenroten (ob immer?), unten ausgebleichten, trocken glanzlosen oder mattglänzenden Rasen und habituell einem kräftigen *Sph. acutifolium* durchaus ähnlich.

Epidermis des Stämmchens 3 bis 4schichtig; Oberflächenzellen nicht durchbrochen; Holzkörper blaßrötlich.

Stammblätter ziemlich groß, 1,3—1,6 mm lang und an der Basis 0,86 mm breit, dreieckig-zungenförmig, mit plötzlich zusammengezogenem Spitzchen, oberwärts schmal, unten breit gesäumt. Hyalinzellen in der Mitte über dem Grunde erweitert, darüber verengt, in der obern Hälfte wieder weiter und rhomboidisch, fast überall durch eine schräg verlaufende Querwand geteilt, entweder faserlos oder im obern Drittel bis zur Hälfte zart bis stärker fibrös und beiderseits mit zahlreichen Membranlücken oder großen Poren und Lücken; mitunter auch weniger reichporig.

Äste zu 4 in Büscheln, sehr dicht stehend (ob immer?), davon 2 stärkere, etwa 10 mm lange Ästchen abstehend, die übrigen hängend. Blätter der ersteren dicht gedrängt, dachziegelig gelagert, in den Köpfen deutlich 5reihig, etwa 1 mm lang und 0,42—0,45 mm breit, lanzettlich, an der gestutzten Spitze gezähnt und die schmal gesäumten Seitenränder bis zur Mitte herab eingebogen. Hyalinzellen reichfaserig, auf der Blattinnenfläche mit mittelgroßen runden Poren in geringer Zahl in der Nähe der Ränder; Außenporen in der oberen Blatthälfte sehr klein (ähnlich wie bei *Sph. Warnstorfii*), einzeln in allen Zellecken und häufig zu 3 an zusammenstoßenden Ecken, stark beringt; nach unten größer, schwachringig, schmal elliptisch und einzeln an den Kommissuren. Chlorophyllzellen im Querschnitt gleichschenkelig-dreieckig bis trapezisch, mit der Basis des Dreiecks oder der längern Parallele des Trapezes auf der Innenseite der Blätter gelegen und außen von den stärker vorgewölbten Hyalinzellen eingeschlossen oder beiderseits freiliegend.

Brasilien: Serra do Itatiaia, in Sümpfen; 2100—2500 m, 1902 leg. S. Dusén (no. 123 und 509).

Die Poren auf der Außenseite in der obern Hälfte der Astblätter erinnern auffallend an *Sph. Warnstorfii Russ.*, von dem die Pflanze aber sonst durch robusteren Bau und ganz verschiedene Stammblätter abweicht.

15. ***Sphagnum Dielsianum*** Warnst. n. sp. 28./5. 03.
(*Cymbifolium*gruppe.)

Habituell wie ein kräftiges *Sph. cymbifolium* und in dichtgedrängten, oben bläulichgrünen, unten ausgebleichten Polstern. Epidermis des Stämmchens meist 4-, z. T. auch 5schichtig; Zellen weit, dünnwandig und mit zahlreichen Spiralfasern: die Außenwände der peripherischen Schicht mit 3—6 (seltener 2 oder 7) Poren; Holzkörper braun.

Stammblätter breit zungen- bis spatelförmig, rings, besonders aber gegen die breit abgerundete Spitze hyalin gesäumt und oben häufig mit breit eingebogenen Rändern: etwa 1,30 mm lang und 1,14 mm am Grunde breit. Hyalinzellen in der unteren Hälfte schmal verlängert rhomboidisch und ein- bis mehrfach durch geschlängelte Querwände geteilt, oberwärts rhombisch und nur sehr sporadisch septiert; fast immer faserlos und in der obern Blattpartie meist zum größten Teil mit resorbierten Membranen.

Astbüschel äußerst dicht gedrängt (ob immer?), 4 und 5ästig: 2 stärkere, dickere, dicht rundbeblätterte, an der Spitze verdünnte Äste abstehend, die übrigen viel schwächern dem Stengel anliegend. Blätter der erstern aus schmalem Grunde breit rundlich-oval, etwa 1,40 mm lang und in der Mitte 1,14 bis 1,20 mm breit, sehr hohl, an der Spitze kappenförmig und die äußerst schmal gesäumten Seitenränder eingebogen. Hyalinzellen mit zahlreichen Faserbändern, auf der Blattinnenfläche mit zahlreichen runden Löchern nur in der Nähe der Seitenränder, im übrigen nur mit sehr vereinzelt auftretenden Eckporen: außen auf der ganzen Blattfläche mit rundlichen und breit-elliptischen, beringten Löchern in Reihen zu beiden Seiten der Chlorophyllzellen, die gegen die Spitze in Membranlücken übergehen und in der Nähe der Ränder sich z. T. mit Innenporen decken. Chlorophyllzellen im Querschnitt schmal elliptisch, zentriert und meist beiderseits von den eine Strecke miteinander verwachsenen Hyalinzellen eingeschlossen, seltener sporadisch innen mit sehr schmaler verdickter Außenwand freiliegend: hyaline Zellen innen, soweit sie mit den grünen Zellen verwachsen, stets glatt.

Neu-Seeland: Oberer Broken River, in schattigem *Nothofagus*wald an einem kalten Bache, 800 m über dem Meere am 3. Februar 1902 leg. A. Diels no. 6303 (Herb. Mus. Berol.).

Von *Sph. medium*, dem der Astblattquerschnitt dieser Art sehr ähnlich ist, durch braunen Holzkörper, faser- und porenreiche Epidermiszellen, faserlose, in der obern Partie beiderseits mit resorbierten Membranen der Hy-

alinzellen versehene Stammblätter und durch rundliche bis breitelliptische Poren in der Außenfläche der Astblätter verschieden.

16. *Sphagnum otagoense* Warnst.
(*Cymbifolium*gruppe.)

Habituell von *Sph. cymbifolium* nicht zu unterscheiden. Pflanzen in dichten, hohen, oben bleichgelblichen, unterwärts gebleichten oder durch Eisenocker gebräunten Rasen.

Epidermis der Stämmchen 3 bis 5schichtig; Zellen weit, dünnwandig, fibrös und die Außenwände der peripherischen Schicht meist mit 1—3, seltener 4—6 großen Öffnungen. Holzkörper anfänglich braun, im Alter fast schwarz.

Stammblätter zungen-spatelförmig, etwa 1.7 mm lang und 0,75—0,80 mm breit, an der breit abgerundeten Spitze hyalin gesäumt. Hyalinzellen in der unteren Hälfte eng geschlängelt rhomboidisch und hier und da durch eine vereinzelte Querwand geteilt, in der oberen Partie rhombisch, nicht septiert, faserlos und mit Membranverdünnungen oder die Membran z. T. resorbiert.

Astbüschel meist 5ästig; 2 stärkere, ziemlich kurze, am Ende wenig verdünnte Äste abstehend, die übrigen viel längeren und langspitzigen den Stamm dicht umkleidend. Blätter der ersteren groß, 1,6—2 mm lang und etwa 1.4 mm breit, rundlich-eiförmig bis eiförmig sehr hohl, an der abgerundeten Spitze kappenförmig und die Seitenränder weit eingebogen; dachziegelig gelagert; in den Schopfästen meist mit der oberen Hälfte sparrig abstehend. Hyalinzellen mit zahlreichen, weit nach innen vorspringenden Faserbändern ausgestreift, auffallend englumig und beiderseits wenig vorgewölbt; auf der Blattinnenfläche mit zahlreichen runden Löchern in einer breiten Zone längs der Seitenränder, außerdem sporadisch mit einzelnen Eckporen und mehreren gereihten kommisuralen, kleineren Pseudoporen; Außenfläche mit vielen großen, beringten, fast elliptischen Zwillings- und Drillingsporen in allen Zellecken, die sich z. T. mit Innenporen decken.

Chlorophyllzellen im Querschnitt schmal oder breiter rechteckig bis tonnenförmig oder trapezisch, zentriert und beiderseits mit verdickten, freiliegenden Außenwänden. Hyalinzellen innen, soweit sie mit den chloroplastenführenden Zellen verwachsen, stets glatt.

Neu-Seeland: Otago, Ben Lomond, an quelligen Plätzen Torfmoor bildend: 1200 m; am 19. Januar 1902 leg. L. Diels no. 6277 und 6278 (Herb. Mus. Berol.).

17. *Sphagnum Harperi* Warnst.
(*Cymbifolium*gruppe.)

Im Habitus *Sph. cymbifolium* sehr ähnlich. Epidermis des Stammes 3 bis 4schichtig, Außenzellen mit zarten Spiralfasern

und oben mit einer großen runden Öffnung, seltener auch unten mit einer solchen. Holzkörper blutrot bis dunkelpurpurn.

Stammblätter dimorph; die kleinen 0,70—0,85 mm lang und 0,5 mm breit, die größern 1—1,14 lang und 0,57—0,70 mm breit, sämtlich zungenspatelförmig; die abgerundete Spitze hyalin gesäumt und durch die hier eingebogenen Ränder kappenförmig. Die kleinen Blätter in der unteren Hälfte mit engen, gestreckten, selten septierten, prosenchymatischen, beiderseits poren- und faserlosen Hyalinzellen; letztere im obern Blatteile kurz rhombisch bis rhomboidisch, entweder ebenfalls ohne Fasern oder bis zur Blattmitte fibrös und dann nur auf der Innenfläche ohne Löcher, aber mit meist vollkommen ausgebildeten Fasern, außen dagegen wegen der zahlreich auftretenden Membranlücken nur unvollkommen fibrös. Die größeren Blätter bis unter die Mitte oder bis fast zum Grunde reichfaserig und auf der Außenfläche mit zahlreichen Poren an den Kommissuren (unten in der Mitte der Zellwand) und großen Membranlücken.

Äste zu 4 in einem Büschel, davon 2 stärkere, nach der Spitze verdünnte abstehend, die übrigen dem Stengel angedrückt. Blätter der erstern meist dachziegelig gelagert, sehr hohl, eiförmig, mit breit eingebogenen Rändern, an der ausgeschweift-gezähnelten Spitze kappenförmig, 1,4—2,3 mm lang und 1,3 mm breit. Hyalinzellen auf der Blattinnenfläche fast nur mit zahlreichen Löchern in der Nähe der Seitenränder, außen mit meist Pseudo-Zwillings- und Drillingsporen an zusammenstoßenden Zellecken, nach den Seitenrändern hin auch mit halbelliptischen Kommissuralporen, die in der Nähe der Ränder fast rund oder elliptisch werden und sich z. T. mit Innenporen decken; im oberen Drittel mit vielen wahren Löchern in allen Zellecken, die dann in der Spitze in große Membranlücken übergehen.

Chlorophyllzellen im Querschnitt meist schmal trapezisch bis tonnenförmig, mit beiderseits verdickten Außenwänden freiliegend und mit fast zentriertem Lumen, seltener dreieckig, außen von den Hyalinzellen überwölbt, und das Lumen mehr nach der Blattinnenfläche gerückt. Hyalinzellen innen, soweit sie mit den grünen Zellen verwachsen, völlig glatt.

Nordamerika: „Georgia Plants collected by Roland M. Harper, Summer of 1903“ no 1976 d.

Erklärung der Figurentafeln.

Tafel 10.

Fig. 1. *Didymodon angustifolius.* *a. b. c.* 3 Stammblätter 24/1. *z.* Mittleres Zellnetz der Blätter 400/1.

Fig. 2. *Pottia Fleischeri.* Oberes Stammblatt 24/1.

Fig. 3. *Tortula pontresina.* Stammblatt 24/1.

Fig. 4. *Pohlia Lindbergii.* *a.* Blatt steriler Bulbillen tragender Stämmchen 24/1. *z.* Mittleres Blattzellnetz 265/1. *b. b** 2 Bulbillen 55/1.

Fig. 5. *Pohlia Ramannii.* *a. b. c.* Perigonialbl. von außen nach innen 24/1 *d.* unteres, *e.* oberes Stammblatt 24/1. *z.* Zellen von *e*; *z** Zellen von *a.* 400/1.

Fig. 6. *Pohlia grandiretis.* *a.* Äußeres Perigonalblatt 24/1. *b.* Stammblatt 24/1. *z.* Zellnetz von *b.* 265/1. *b** Bulbille 80/1.

Tafel 11.

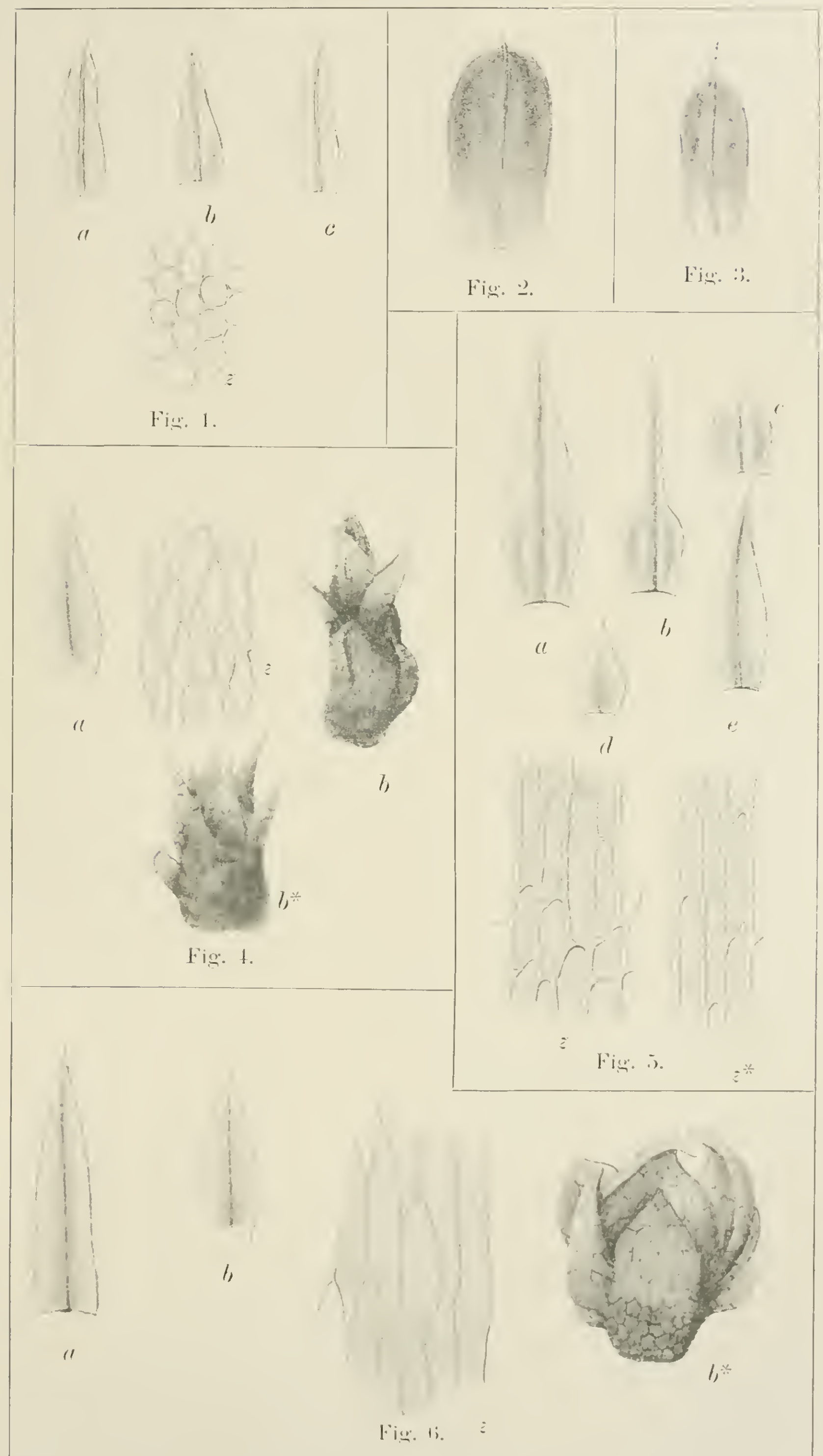
Fig. 1. *Bryum arvense.* *a.* Äußeres Perichaetialblatt 24/1. *b.* 2 Stammblätter 24/1. *z.* Mittleres Blattzellnetz 265/1. *b** Brutknospe 55/1.

Fig. 2. *Bryum pallidum.* *a.* 2 Schopfblätter des Fruchtstämmchens 24/1. *z.* Mittleres Zellnetz der Blätter 265/1. *k.* Kapsel 6/1.

Fig. 3. *Bryum Rothii.* *a.* Mittleres Stammblatt 24/1. *b.* Schopfblatt 24/1. *c.* Sproßblatt 24/1. *z.* Mittleres Zellnetz der Blätter 400/1.

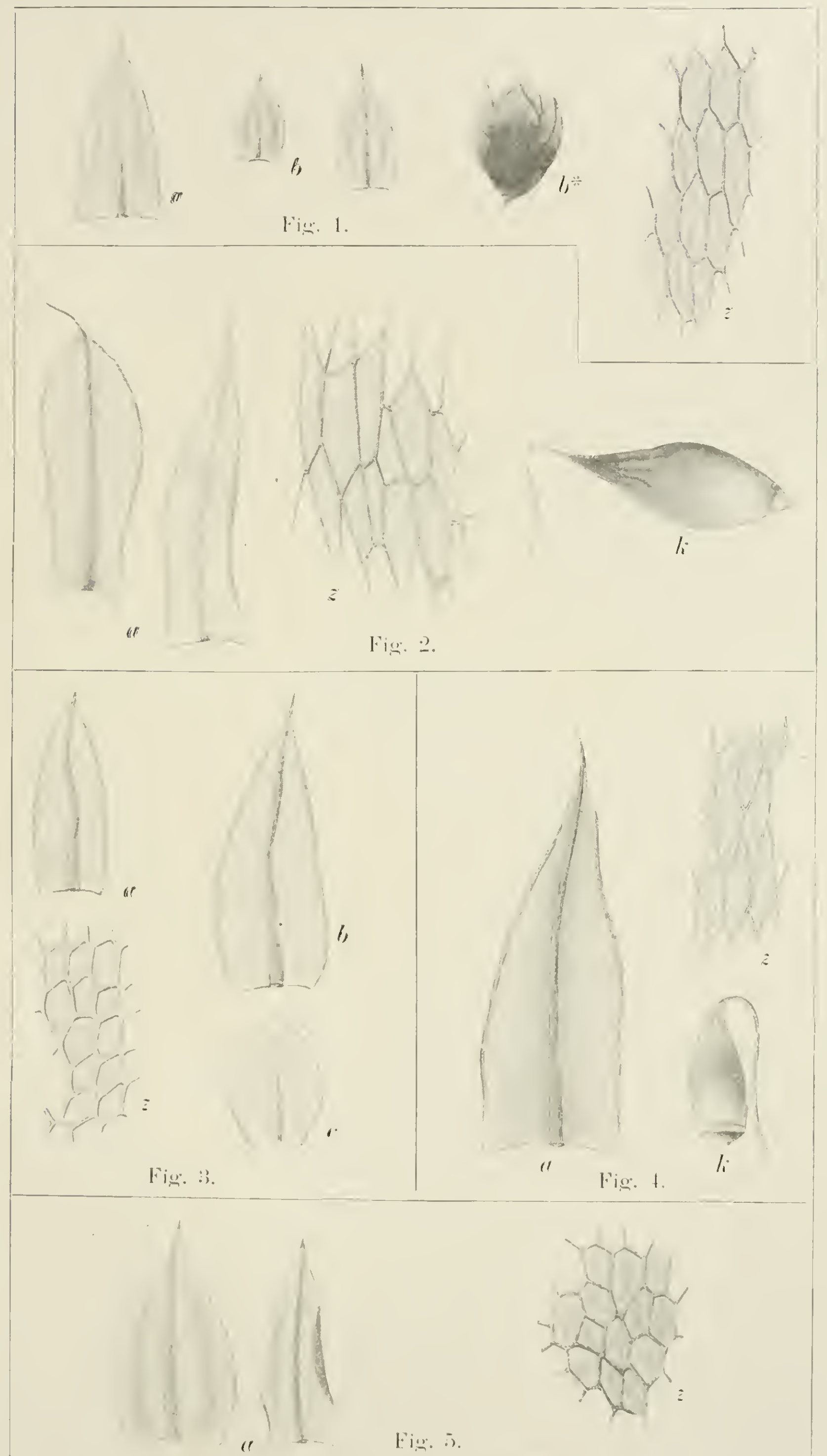
Fig. 4. *Bryum anomalum.* *a.* Schopfblatt 24/1. *z.* Mittleres Zellnetz der Blätter 265/1. *k.* Kapsel 6/1.

Fig. 5. *Bryum Jaapianum.* *a.* 2 Perichaetialblätter 24/1. *z.* Mittleres Blattzellnetz 265/1.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.





Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Über die Mykorrhiza bei *Calypogeia trichomanis.*

Von

B. Němec.

Mit Tafel 12.

Ich habe im Jahre 1899 eine Arbeit veröffentlicht[1]), in welcher ich einige anatomische Eigentümlichkeiten der Mykorrhiza von *Calypogeia trichomanis* besprach, welche beweisen, daß der Pilz zu dem Moose in ganz bestimmte Beziehungen tritt. Es hat nun später Golenkin[2]) nachgewiesen, daß auch bei einigen *Marchantiaceen* konstant mykorrhiza-ähnliche Bildungen vorkommen. Er gibt auch in seiner Abhandlung eine Beschreibung zahlreicher Einzelheiten der anatomischen Verhältnisse, welche die Mykorrhiza bei einigen *Marchantiaceen* aufweist. Diese können in hohem Grade das Interesse auf sich wenden, besonders da sie einige Anklänge an die bei höhern Pflanzen festgestellten Verhältnisse zeigen, insbesondere an die von W. Magnus[3]) bei *Neottia* entdeckten. Ich habe schon früher nach Mykorrhizabildungen gesucht, ich fand jedoch bei denselben keine „als Mykorrhiza sicher zu bezeichnende Symbionten" (l. c. p. 311). Auf Grund von vereinzelt in den Rhizoiden vorkommenden Pilzhyphen auf eine Mykorrhiza zu schließen, schien mir unberechtigt zu sein, daher ich auch bei den damals von mir durchmusterten *Marchantiaceen*[4]) keine weitern anatomischen Untersuchungen angestellt habe. Bald nach der Veröffentlichung meiner Arbeit wurde ich von Professor J. Velenovský auf das häufige Vorkommen von Pilzhyphen bei *Marchantia polymorpha* aufmerksam gemacht. Tatsächlich kommen bei dieser Pflanze

---

[1]) Němec, B., Die Mykorrhiza einiger Lebermoose. (Ber. d. deutschen bot. Ges. Bd. XVII. 1899.)

[2]) Golenkin, M., Die mykorrhizaähnlichen Bildungen der *Marchantiaceen.* (Flora. Bd. 90. 1902.)

[3]) Magnus, W., Studien an der endotrophen Mykorrhiza von *Neottia.* (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35. 1900.)

[4]) *Marchantia polymorpha. Lunularia. Preissia commutata.*

an einigen Standorten in den Rhizoiden massenhaft Pilzhyphen vor, an andern sind sie nur vereinzelt vorhanden, sie können jedoch auch vollkommen fehlen. Auffallend war es, daß die Pilzhyphen auch in den durch die Rinnen der Infloreszenzstiele hinziehenden Rhizoiden massenhaft vorkommen konnten, an Pflanzen, die sonst ein ganz gesundes Aussehen hatten. Ich habe mich selbst überzeugt, daß Pilzhyphen in den Rhizoiden sowohl bei Pflanzen, die an ziemlich feuchten Standorten wuchsen, als auch bei solchen, welche trockene Stellen bewohnten, vorkommen können. Merkwürdig war es, daß die Pilzhyphen in das Gewebe des *Marchantia*-Thallus aus den Rhizoiden nicht eintraten. Die Frage, ob man hier von einer Mykorrhiza sprechen kann, sowie das Erscheinen der Arbeit von Golenkin haben mich bestimmt, Herrn Peklo aufzumuntern, ein ausführliches Studium der Mykorrhiza bei den in Böhmen vorkommenden Moosen zu unternehmen. Die Resultate dieses Studiums, aus welchen unter anderm ein großes Variieren im Vorkommen der Mykorrhiza bei einer und derselben Art erhellt, werden bald veröffentlicht werden. Ich selbst habe eine erneute Untersuchung der Mykorrhiza bei *Calypogeia trichomanis* unternommen, und da ich verschiedene neue Tatsachen entdecken konnte, habe ich mich zur Publikation meiner Resultate entschlossen.

I.

Zunächst habe ich an den von der ersten Untersuchung noch zurückgebliebenen Präparaten festgestellt, daß meine Angaben besonders über die Zäpfchenbildung richtig waren. Weiter hat sich herausgestellt, daß die anatomischen Verhältnisse der Mykorrhiza je nach dem Standorte beträchtlich variieren können, sowie daß die Entwicklung dieser Verhältnisse wichtig ist.

Eine an den Moorwiesen bei Wittingau gesammelte *Calypogeia* war zwar verpilzt[1], die Hyphen bildeten auch in den angeschwollenen Rhizoidenenden die typischen Hyphenknäuel, jedoch trat der Pilz aus den Rhizoideninitialen nie in die Nachbarzellen der Wirtspflanze ein. Goleukin gibt an (l. c. p. 217), daß die bei Moskau auftretende *Calypogeia* bis jetzt nur pilzfrei von ihm gefunden wurde, ebenso auch viele andere *Jungermanniaceen*. „Wenn Pilze sich dort auch fanden, so fehlten die so überaus charakteristischen Haustorien, die von Němec abgebildet sind.“ Man sieht, daß diese Haustorien selbst bei *Calypogeia*, auch wenn sie stark verpilzt ist, fehlen können. Ob es sich in diesem Falle um eine „Mykorrhiza“ handelt, ist jedoch recht fraglich.

Eine bei Gitschin am humosen, reichlichen Sand enthaltenden Waldboden gesammelte *Calypogeia trichomanis* war ebenfalls reichlich verpilzt, sie zeigte in den angeschwollenen (auch lappenförmigen) Rhizoidenenden auffallende Hyphenknäuel. Bei diesen

[1] Diese Pflanzen enthielten schöne, lazurblaue Ölkörperchen in den Blattzellen, wie das auch Rattray für seine Exemplare angibt. (Botan. Soc. Edinbourgh. Vol. XVI. P. I.)

Pflanzen trat nun der Pilz in ziemlich komplizierte Beziehungen zur Wirtspflanze ein. Es wird daher von Interesse sein, diese Beziehungen eingehender zu schildern.

Die Rhizoiden werden bei *Calypogeia* an der mehrschichtigen Basis der Unterblätter gebildet sowie am Stämmchen selbst unter der Insertion der Unterblätter. Die rhizoidogenen Zellen sind daher auf bestimmte Partien beschränkt, welche durch ziemlich lange Internodien voneinander getrennt sind. An diesen Partien wachsen die meisten Oberhautzellen zu Rhizoiden aus, jedoch nicht alle gleichzeitig, es lassen sich besonders auf der jüngsten Unterblattbasis, an welcher diese Rhizoiden entstehen, mehrere Entwickelungsstadien nebeneinander antreffen, obzwar die Mehrzahl der Rhizoiden ungefähr das gleiche Stadium aufweist. Der Kern geht entweder aus der Zelle in das Rhizoid über, bleibt jedoch von dem Rhizoidenende ein wenig entfernt (Fig. 1), hingegen habe ich auch ganz sicher Fälle beobachtet, wo der Kern in der rhizoidogenen Zelle geblieben ist, also dieselbe nicht verlassen hat (Fig. 2).

Die Infektion der Rhizoiden geschieht sicher von außen. Denn die jüngsten Rhizoiden enthalten keine Pilzhyphen, auch läßt sich feststellen, daß von den ältern infizierten Teilen aus keine Infektion der neu entstehenden Rhizoiden durch die Pflanze selbst geschieht. Denn in dem Stämmchen lassen sich absolut keine Pilzhyphen nachweisen, die von einem infizierten Bezirke zum andern verlaufen würden. Man kann weiter nie ein Austreten der Pilzhyphen aus den Rhizoideninitialen nach außen beobachten, auch nicht aus den von diesen aus infizierten Zellen: es läßt sich daher schließen, daß die Rhizoiden immer von außen infiziert werden. Die Pilzhyphen wachsen in den Rhizoiden der Initiale zu und bilden, in diese angelangt, verschiedene Schlingen, hin und her sich krümmend (Fig. 3, 15), bis die Zelle von einem lockern Hyphengeflecht ausgefüllt wird. Die Hyphen berühren sich jedoch noch nicht, was sich an sehr feinen Schnitten gut sicherstellen läßt (Fig. 4). Sodann beginnen die Hyphen sich durch zahlreiche Querwände zu septieren, und die so entstandenen kurzen Zellen schwellen an, bis sie sich berühren. Es entsteht so ein pseudoparenchymatisches Gewebe, welches die ganze Zelle ausfüllen kann. Zuweilen wird die Zelle nur teilweise von diesen angeschwollenen Hyphen eingenommen: so findet man nicht selten, daß die Hyphen und die Anschwellungen an der Peripherie der Zelle liegen (Fig. 5, 16), wogegen das Zentrum von einer großen Vakuole eingenommen wird. Die Membranen dieser angeschwollenen Hyphen sind sehr dünn, ihr Inhalt ist dicht und färbt sich mit Plasmafarbstoffen (ich habe Fuchsin *S* benutzt) intensiv. An Präparaten, die mit Pikrineisessigschwefelsäure fixiert wurden, erscheint er ein wenig geschrumpft, mit Fuchsin *S* gefärbt, hat er ein grobkörniges Aussehen; an Präparaten, die in toto mit Parakarmin durchgefärbt wurden, sieht man in jeder Anschwellung ein intensiv sich färbendes Körperchen (Fig. 5), welches wohl den Zellkern vorstellt.

In jeder Anschwellung gab es ein einziges Körperchen, daher man es hier mit einkernigen Zellen zu tun hätte. Ein Irrtum ist jedoch bei der geringen Größe der Objekte keineswegs ausgeschlossen. In den Rhizoiden verliefen ursprünglich ziemlich dünne Hyphen; sie werden jedoch kaum im weitern Verlaufe dicker, ihr Inhalt wird jedoch dichter. Nie erstreckt sich jedoch der Vorgang, welcher zur Anschwellung der Hyphen führt, auch auf die Rhizoiden.

In diesem Stadium sind die rhizoidogenen Zellen sehr auffallend. Sie sind meist vollständig von angeschwollenen, mit dichtem Plasma erfüllten Pilzzellen erfüllt, die ein pseudoparenchymatisches Gewebe bilden (Fig. 17) und deutlich mit den aus dem Rhizoid kommenden Pilzhyphen in Verbindung stehen. Es ist da auch auffallend, daß aus den rhizoidogenen Zellen keine Nachbarzellen bisher infiziert werden, d. h. der Pilz befindet sich bloß in den Rhizoiden und ihren Initialen.

Das weitere Stadium ist durch eine teilweise Degeneration der mit dichtem Plasma erfüllten angeschwollenen Hyphenzellen ausgezeichnet. Man beobachtet nämlich in zahlreichen Zellen ziemlich große, homogene Massen, die an den auch ungefärbten Präparaten gelblich-braun aussehen und zwischen den angeschwollenen Pilzzellen, meist im Zentrum der Zelle liegen (Fig. 6, 18—20). Diese Massen bilden entweder einen zusammenhängenden Klumpen, oder sie sind in mehrere Stücke geteilt. Sie können zuweilen auch tief in die Rhizoiden reichen (Fig. 19), doch kommt dies nicht häufig vor.

Es ist nicht so leicht, die Entstehungsweise sowie den Ursprung dieser Substanz zu erkennen. Es ist wahrscheinlich, daß dieselbe durch die Tätigkeit des Cytoplasmas der rhizoidogenen Zelle selbst entsteht, und daß die Substanz der homogenen Masse einerseits den Hyphen entnommen wird. Für diese Möglichkeit spricht der Umstand, daß in der Umgebung der homogenen Masse leere Hyphenzellen zu finden sind (Fig. 19). Anderseits können sich ganze Pilzzellen, besonders jene, welche das Zentrum der Zelle einnehmen, zu dieser Masse umwandeln. Derartige Umwandlung läßt sich in einigen Zellen direkt beobachten. Die Wände der Pilzzellen sind da aufgequollen, und sie scheinen zu einer homogenen Substanz zu verschmelzen. Wir werden noch später einen ähnlichen Fall kennen lernen. Wie dem auch sein mag, es entsteht in Zellen, die früher fast vollständig von Pilzhyphen ausgefüllt waren, eine im Zentrum der Zelle sich befindende homogene Masse, welche von zusammengeschrumpften Hyphen umgeben wird (Fig. 6). An der Peripherie der rhizoidogenen Zellen erhalten sich jedoch die angeschwollenen Hyphen unverändert.

Diese unveränderten Hyphen senden im weitern in die anliegenden Zellen (ausgenommen die infizierten rhizoidogenen Zellen) durch die Zellwände sehr feine Fortsätze aus, welche ähnlich jenen sind, die ich in meiner ersten Arbeit beschrieben habe. Doch sind ihre Membranen sehr dünn und farblos, so daß

sie an Präparaten, die in Kanadabalsam aufbewahrt sind, kaum zu sehen sind. An solchen Präparaten sieht man bloß, daß an gewissen Zellwänden eine schwach gestreifte Substanz, die von einem feinkörnigen Plasma gesäumt wird, liegt. An dieser Substanz liegt häufig der Zellkern (Fig. 18, 7a), und zwar immer dann, wenn die Rhizoiden bloß von einer Seite in die Zelle eindringen. Dringen sie von mehrern entgegengesetzten Seiten in die Zelle ein, so liegt der Kern in der Mitte der Zelle (Fig. 8). Daß die erwähnte Substanz aus parallelen Haustorien besteht, läßt sich an Schnitten feststellen, die man in Wasser untersucht. Die Membranen der Haustorien sind da gut zu sehen, in dem stärker lichtbrechenden Kanadabalsam verschwinden sie fast völlig. Sie sind noch einigermaßen bei stark verengter Irisblende zu sehen. Außerdem läßt sich gut nachweisen, daß die Zellmembranen durchlöchert sind (Fig. 7, 8). Diese Löcher, welche wohl durch die in die Nachbarzellen wachsenden Haustorien durchbohrt wurden, sind besonders auffallend, wenn man die Membranen von der Fläche betrachtet (Fig. 9). Den Umstand, daß bei einseitigem Eindringen der Haustorien in die Zellen der Kern sich den Haustorien anlegt, möchte ich als eine traumatrope Bewegung auffassen, ähnlich wie ich das in meiner ersten Arbeit getan habe. Später, nachdem die Hyphen in die Zelle schon eingedrungen sind, bewegt sich der Kern meist wieder in die Mitte der Zelle. Unterdessen sind auch die angeschwollenen Pilzhyphen ein wenig substanzärmer geworden, ihre Membranen werden deutlicher.

Die Haustorien waren bisher in einer Zelle gleich lang. Auf diesem Stadium bleiben sie länger stehen, da man in mehreren infizierten, hintereinander liegenden Partien das eben beschriebene Stadium mit ungefähr gleich langen Haustorien finden kann. In weitern ältern Partien erscheinen die Haustorien viel deutlicher, ihre Membran ist dicker und gelblich geworden (Fig. 8, 14, 21). Sie haben da jenes Aussehen, welches ich an den Präparaten, die meiner ersten Arbeit über die Mykorrhiza von *Calypogeia* zugrunde gelegen haben, finde. Sie sind noch alle gleich lang (Fig. 14 x). In andern Zellen sieht man, daß sich einige Haustorien verlängern und zunächst zum Kern wachsen (Fig. 11, 12). Sie legen sich demselben an (Fig. 11 *y*, 12), ohne jedoch dadurch im weitern Wachstum verhindert zu werden. Sie können noch weiter in verschiedenen Richtungen wachsen, bis sie die Zelle mit einem lockern Hyphengeflecht ausfüllen (Fig. 13). Es ist wichtig zu bemerken, daß in diesen Hyphen nie Querwände beobachtet werden. Dies war das älteste Stadium der Mykorrhiza, das ich bei dieser *Calypogeia* beobachtet habe. Die Zellen, welche ein solches Hyphengeflecht zeigten, befanden sich schon an der Grenze zum absterbenden Teile des Mooses, den ich nicht weiter untersucht habe. Es war leicht festzustellen, daß die sich verlängernden Zäpfchen an ihrem Ende eine farblose und dünne Membran besassen (Fig. 11 *y*).

In diesen ältesten Mykorrhizalagern war meist von der homogenen Masse nichts mehr zu sehen. Wenn sie jedoch in einigen Zellen noch vorkam, so waren das nur geringe Reste. In den Rhizoideninitialen beobachtete ich zur Zeit, wo sie sich mit den angeschwollenen Hyphen erfüllt haben, keinen Kern mehr, und dennoch haben wir gesehen, daß derselbe in einigen Zellen auch nach dem Auswachsen der Rhizoiden verblieben ist. Es schien mir, daß sich ein in einigen Zellen vorkommendes homogenes, nicht scharf begrenztes Körperchen als der degenerierende Kern deuten ließe. Sicher geschieht jedoch die Bildung der homogenen Massen lokal unabhängig vom Kerne.

Zuweilen kommt es vor, daß in den ältern infizierten Partien Haustorien auch in die großen Zellen auswachsen, welche die Spreite der Unterblätter bilden. Diese Haustorien wachsen eine Zeitlang, können sich auch verzweigen, sie verfallen jedoch später einer Degeneration (Fig. 14). Ihre Membranen quellen stark auf und fließen zu einer homogenen Masse zusammen, welche derjenigen, die in den Initialen gebildet wird, nicht unähnlich ist.

Nun muß hervorgehoben werden, daß nicht alle rhizoidogenen Zellen einer Amphigastrienbasis dasselbe Stadium des Mykorrhizapilzes aufweisen. Von Anfang der Infektion an zeigen sich Unterschiede, nur der größere Teil aller Zellen eines Infektionsbezirkes zeigt etwa dasselbe Stadium. An einem Stämmchen (rel. Hauptstämmchen) zeigten diese Bezirke von dem jüngsten mit Rhizoiden versehenen angefangen, folgende Verhältnisse:

I. Rhizoiden wachsen eben aus (Fig. 1). Keine Infektion.

II. Rhizoiden ausgewachsen, meist keine Infektion (Fig. 2).

III. Alle Rhizoiden infiziert. Die Pilzhyphen beginnen in den Rhizoideninitialen ein lockeres Geflecht zu bilden (Fig. 3), oder dasselbe ist schon ausgebildet (Fig. 4). Selten erscheinen in den Rhizoideninitialen die angeschwollenen Hyphen (Fig. 5).

IV. Die meisten Initialen sind von den angeschwollenen Hyphen erfüllt. In einigen bilden sich die homogenen Massen (Fig. 6).

V. In zahlreichen Initialen bilden sich die homogenen Massen. Aus einigen Zellen sendet der Pilz in die Nachbarzellen die feinen Haustorien (Fig. 7, 7a).

VI—VIII. Ungefähr dieselben Verhältnisse. Die homogenen Massen verschwinden jedoch, die angeschwollenen Hyphen werden substanzärmer.

IX. Die angeschwollenen Hyphen bilden in den Rhizoideninitialen ein ausgesprochenes pseudoparenchymatisches Gewebe (Fig. 8, 10). In einigen Zellen erscheinen die zäpfchenförmigen Haustorien deutlicher als bisher, ihre Membran ist gelblich gefärbt.

X. Derartige deutliche Haustorien erscheinen in zahlreichen Zellen (Fig. 11).

XI. Die Haustorien wachsen zunächst dem Kern zu (Fig. 11, 12), in einigen Zellen bilden sie ein lockeres Geflecht.

XII. In zahlreichen Zellen erscheint ein lockeres Geflecht von Pilzhyphen (Fig. 13), in andern sind noch die typischen zäpfchenförmigen Haustorien zu sehen.

Bekanntlich entstehen an den rel. Hauptstämmchen kürzere Seitenäste und zwar immer in der Achsel der Unterblätter. Diese wachsen jedoch rechtwinkelig vom Mutterstämmchen ab und bleiben meist kürzer. An ihnen sind alle Entwicklungsstadien des Mykorrhizapilzes auf eine viel kleinere Anzahl der Initialengruppen verteilt, z. B. sei auf die Fig. 15—21 hingewiesen, welche eine Entwicklungsreihe der Mykorrhiza angehören, die auf vier Initialengruppen verteilt war. Fig. 15 gehört der ersten Initialengruppe an. Fig. 16, 17 der zweiten, Fig. 19, 20 der dritten und Fig. 18, 21 der vierten Gruppe an.

Andere Verhältnisse wies die Mykorrhiza in Pflanzen von *Calypogeia trichomanis* auf, die an altem, feuchtem Holz (im botanischen Garten der böhmischen Universität) wuchsen. Auch hier wachsen zunächst die Pilzhyphen in den infizierten Rhizoiden der Initialzelle zu, in dieser angelangt, bilden sie auch ein Geflecht, welches jedoch viel lockerer ist, als bei den vorhin beschriebenen Pflanzen. Die Hyphen besitzen eine dünne, farblose Membran, ihr Inhalt ist körnig und färbt sich stark mit Fuchsin *S*. Die Hyphen legen sich den Zellmembranen an und dringen dann, zuweilen ohne anzuschwellen, in die Nachbarzellen ein, in welchen sie sich ungemein stark entwickeln, so daß sie bald die Zellen mit einem dichten Hyphengeflecht ausfüllen (Fig. 26). In andern Fällen schwellen jedoch die Hyphen in der Rhizoideninitiale mehr oder weniger an und senden erst dann in die Nachbarzellen haustorienartige Fortsätze ein (Fig. 24). Diese sind von Anfang an mit einer deutlichen gelblichen Membrane versehen. Der Kern der Zelle, in welche die Haustorien eindringen, wandert, wenn die Infektion von einer Seite aus geschieht, denselben zu. In einigen Zellen beobachtet man da sehr merkwürdige Plasmaansammlungen an den Haustorien, die durchlöcherte Zellmembran verdickt sich oft sehr beträchtlich und erhält eine braune Farbe, die Haustorien stocken in solchen Fällen, im Vergleiche mit andern Zellen derselben Infektionsgruppe, in ihrem Wachstum, und ihr Ende verdickt sich keulenförmig, oft sehr auffallend. Diese Verdickung bezieht sich in einigen Fällen sicher auf die Haustorienmembran (Fig. 25), in andern Fällen schien es mir, als ob die Wand der eben infizierten Zelle die zäpfchenförmigen Haustorien umhüllen und so denselben das Eindringen in die Zelle verhindern würde (Fig 24). Tatsächlich sieht man, daß die Haustorien in Fällen, wo die Zellmembran sich sehr stark verdickt hat, dieselbe nicht durchdringen können. Es ist kaum möglich, diese Fälle als ein frühes Entwicklungsstadium der Haustorienbildung zu erklären, denn in den Nachbarzellen, deren Wände nicht so stark verdickt sind, haben die Haustorien dieselben durchdrungen und erscheinen

meist länger, ja sie können schon ein Hyphengeflecht in der Zelle bilden.

Auf diesem Stadium verbleibt der Mykorrhizapilz eine recht kurze Zeit. Denn man sieht die kurzen Haustorien selten in so vielen Zellen eines Initialenbezirkes, wie in dem durch Fig. 24 dargestellten Falle. Meist sieht man bloß in einigen Zellen eines infizierten Initialenbezirkes die zäpfchenförmigen Haustorien, in andern schon das nächstfolgende Stadium.

Dieses ist dadurch gekennzeichnet, daß sich die Haustorien stark zu verlängern beginnen. Sie wachsen gewöhnlich dem Kern zu und bilden dann in der Zelle ein dichtes Geflecht (Fig. 27). In diesem lassen sich zweierlei Pilzhyphen unterscheiden: Die ersten sind dünnwandig und von einem dichten Plasma erfüllt, die andern besitzen eine dickere, gelbliche Membran, in ihrem Innern läßt sich fast kein Inhalt feststellen. Zwischen den Hyphen läßt sich an dünnen Schnitten ein feinkörniges Plasma unterscheiden. Sodann beginnen die mit einer farblosen, dünnen Membran versehenen Hyphen zu degenerieren, sie fließen zunächst zu einem Netz zusammen, ihr Inhalt wird grobkörnig, bis eine dichte, granulöse Substanz entsteht, in welcher von den dünnwandigen, fadenförmigen Hyphen keine Spur zu sehen ist. Hingegen bleiben die Hyphen, deren Membranen dicker und von gelblicher Farbe waren, sehr gut erhalten. Allerdings scheinen sie fast leer zu sein. Die ganze Zelle ist in diesem Stadium von einer mit Cytoplasmafarbstoffen sich stark tingierenden, körnigen Substanz erfüllt, in welcher einerseits ein — meist amöbenförmiger — Zellkern zu sehen ist, anderseits zahlreiche, verschiedenartig gekrümmte Hyphen mit gelblicher Membran (Fig. 27). Niemals befindet sich ein solcher Inhalt in den Rhizoideninitialen. In diesen ist auch kein pseudoparenchymatisches Gewebe zu sehen, bloß einige Pilzhyphen, die mit einer dünnen Membran versehen sind und bloß hie und da unter den Haustorien angeschwollen sind.

Weitere Veränderungen konnte ich an dem Mykorrhizapilz nicht feststellen. Die mit einer körnigen Masse versehenen Zellen ließen sich auch in den ältesten, dem Absterben schon nahestehenden Teilen der Wirtspflanze unverändert beobachten. Die körnige Substanz gab Eiweißreaktion[1]), mit Osmiumsäure schwärzt sie sich nicht. Hingegen wird der Inhalt der in den Rhizoideninitialen verlaufenden Pilzhyphen nach Behandlung mit Osmiumsäure intensiv schwarz, so daß dann der Verlauf und die Form der Pilzhyphen sehr klar zutage tritt. Fig. 22 stellt z. B. Zellen dar, in welchen die Hyphen des lockern Geflechtes eben verschiedenartig anzuschwellen beginnen, außerdem sind Anschwellungen zu sehen, die dicht der Zellwand angedrückt sind. In Fig. 23 sieht man eine solche Zellwand mit den Anschwellungen von der Fläche. Obzwar dieselben ganz schwarz sind,

[1]) Es wurde die Millonsche und Raspailsche Reaktion geprüft, wozu Schnitte aus frischem Material benutzt wurden.

ließ sich in keinem Falle in den aus ihnen auswachsenden Haustorien eine Schwärzung nach Behandlung mit Osmiumsäure beobachten.

Schließlich möchte ich noch einige Bemerkungen über die Verhältnisse des Mykorrhizapilzes in jenen Pflanzen folgen lassen, welche meiner ersten Untersuchung zugrunde lagen. Der Pilz infiziert auch hier die Pflanze von den Rhizoiden aus. Er bildet in der Rhizoideninitiale ein pseudoparenchymatisches Gewebe, aus dem erst nach dessen vollständiger Ausbildung in die Nachbarzellen die zäpfchenförmigen Haustorien eindringen. Dieses Stadium dauert hier ziemlich lange, da man es in mehrern Initialbezirken hintereinander finden kann. Hie und da bemerkt man in ältern Teilen der Pflanze, daß die Haustorien keulenförmig an ihrem Ende anschwellen. In den dem Absterben nahen Teilen des Stämmchens beginnen einige Haustorien wieder zu wachsen, wobei sich jedoch kein regelmäßiges Verhalten feststellen läßt.

Wir sehen, daß sich bei einer und derselben Pflanzenart der Mykorrhizapilz recht verschiedenartig verhalten kann.

Wir können den ersten Fall (*Calypogeia* von Wittingau) ausschließen, da es möglich ist, daß es sich hier überhaupt nicht um eine Mykorrhiza handeln muß. In den drei übrigen Fällen I. *Calypogeia* von Gitschin. II. *C.* aus dem botanischen Garten. III. *C.* von Horovic) kann man folgende gemeinsame Momente im Verhalten des Mykorrhizapilzes feststellen: 1. Die Infektion geschieht in diesen drei Fällen gleich, und zwar von den Rhizoiden[1]) aus. 2. In allen drei Fällen können die Hyphen in den Rhizoideninitialen angeschwollene Zellen bilden, die zu einem mehr oder minder typischen pseudoparenchymatischen Gewebe sich entwickeln können. Nur in dem Falle II können Pilzhyphen aus der Rhizoideninitiale auch ohne Bildung der angeschwollenen Zellen direkt in die Nachbarzelle eindringen. 3. Die angeschwollenen Hyphen senden in allen drei Fällen in die Nachbarzellen der Rhizoideninitialen zäpfchenartige Haustorien, welche zunächst alle gleich lang sind. 4. Nach einer verschieden langen Dauer können diese Haustorien weiter zu feinen, dünn- oder starkwandigen Hyphen auswachsen.

Die wichtigsten Unterschiede zwischen dem Verhalten des Mykorrhizapilzes in den drei Fällen beziehen sich zunächst auf die Art der Degeneration gewisser Elemente des Mykorrhizapilzes. Im Falle I degeneriert ein Teil der angeschwollenen Hyphen, es bildet sich dabei eine homogene Masse, die später meist resorbiert wird. Im Falle II degenerieren die dünnwandigen Hyphen, welche die Nachbarzellen der Rhizoideninitialen ausfüllen, es bildet sich dabei eine feinkörnige, dichte Substanz, die nicht merklich resorbiert wird. Im III. Falle konnte

[1]) Eine Ausnahme bildet der in meiner ersten Arbeit beschriebene Fall, wo in eine Zelle Pilzhyphen von außen zäpfchenförmige Haustorien aussenden (l. c. p. 313, Fig. 7 x).

ich (an den mir noch zu Gebote stehenden Präparaten) keine Degeneration der Hyphen beobachten. Es war jedoch festzustellen, daß die Elemente des pseudoparenchymatischen Gewebes in den Rhizoideninitialen anfangs viel inhaltsreicher sind als später, nachdem sie die zäpfchenförmigen Haustorien getrieben haben.

Wie verhält sich der Mykorrhizapilz in den absterbenden und abgestorbenen Pflanzenteilen? Ich kann diese Frage nur für die Fälle I und II teilweise beantworten. Im Falle I wachsen die kurzen Haustorien oder die längeren, mit starker Membran versehenen Hyphen zu meist dünnwandigen Hyphen aus; ähnlich wachsen im Falle II die dickwandigen Hyphen zu dünnwandigen Fäden aus, die sich in dem abgestorbenen Pflanzenteile, wie ich das mehrmals beobachten konnte, verbreiten. Aber auch aus den Rhizoideninitialen können neue Hyphen auswachsen und sich in den noch nicht infizierten Nachbarzellen verbreiten. Daß die dickwandigen Haustorien an ihrem Ende in dünnwandige Hyphen auswachsen können, haben wir schon gesehen (Fig. 11 *y*), in den absterbenden Teilen der *Calypogeia* II konnte ich das noch bestimmter feststellen. Die Haustorien sowie die feinen, mit dicker und gelblicher Membran versehenen Hyphen waren daher, trotzdem sich in denselben fast kein Inhalt feststellen ließ, nicht abgestorben.

II.

Calypogeia trichomanis gehört zu den fakultativen Mykorrhizapflanzen, denn wie Golenkin (l. c.) angibt, tritt sie in der Umgebung von Moskau unverpilzt, ohne Mykorrhiza auf. Absolut nötig ist also die Symbiose für das Gedeihen unserer Pflanze in der Natur nicht. Es wäre möglich, daß der Mykorrhiza für unsere Pflanze überhaupt keine Bedeutung zukommt, oder sie hat bloß unter bestimmten Bedingungen irgend welche Bedeutung, z. B. wenn die Pflanze auf einem bestimmten Substrat wächst. Im ersten Falle würde es sich eigentlich um einen harmlosen parasitischen Pilz handeln, der jedoch der Wirtspflanze keinen großen und merklichen Schaden antun würde. Die Frage, ob der Mykorrhiza unter bestimmten Bedingungen eine Bedeutung für die Ernährung der Wirtspflanze zukommt, können bloß Versuche beantworten[1]). Einwandfreie Versuche sind jedoch in dieser Beziehung sehr schwer auszuführen, daher es auch sehr mißlich ist, sich inbezug auf die Bedeutung der Mykorrhiza apodiktisch auszudrücken. Verfehlt wäre es wohl, aus diesem Grunde in das Extrem zu verfallen und der Mykorrhiza überhaupt und überall eine Bedeutung abzusprechen.

Die in der Natur meist verpilzten Lebermoose (und speziell die *Jungermanniaceen*) kann man leicht ohne Mykorrhiza kulti-

[1]) Die wichtigsten Ansichten über die Bedeutung der Mykorrhiza hat Stahl in seiner gedankenreichen Arbeit „Der Sinn der Mykorrhizabildung" in der Einleitung angeführt; es wäre überflüssig, die Literatur in dieser Beziehung hier nochmals zusammenzustellen.

vieren. Wenn man sie in sehr feuchter Luft und bei einseitiger, schwacher Beleuchtung hält, so wachsen sie schief aufrecht und zwar sehr üppig. Diese aufrechtwachsenden Teile sind bei zahlreichen Lebermoosen (nicht bei allen) mykorrhizafrei. Wenn man die pilzfreien Teile abschneidet und in bedeckte Glasdosen überträgt, deren Boden mit ausgebranntem und gereinigtem, sodann mit einer Knopschen Nährlösung durchfeuchtetem Kieselsand bedeckt ist, so können die Pflanzen lange mykorrhizafrei gezüchtet werden. Sie wachsen sehr üppig; natürlich bewirkt die große Luftfeuchtigkeit, daß sie morphologisch sowie anatomisch von den unter natürlichen Bedingungen wachsenden Pflanzen abweichen können. *Pellia calycina* läßt sich sehr gut in Wasser kultivieren, wo sie ebenfalls sehr gut wächst. Für die Frage nach der Bedeutung der Mykorrhiza haben solche Kulturen nur insofern ein Interesse, weil sie beweisen, daß die Verpilzung nicht absolut nötig zur Ernährung und zum Gedeihen der betreffenden Lebermoose ist. Sonst lassen sich die Resultate solcher Kulturen mit jenen der Kulturen unter natürlichen Bedingungen nicht direkt vergleichen. Solchen Versuchen, wie ich sie in meiner ersten Arbeit beschrieben, stellen sich jedoch zahlreiche Hindernisse entgegen, besonders deshalb, weil es bei den meisten *Jungermanniaceen* unmöglich ist, pilzfreie Kulturen zu bekommen. Ich habe nämlich gefunden, daß bei zahlreichen Lebermoosen die Pflanze von sehr feinen Mycelfäden umsponnen wird, welche der Epidermis der Wirtspflanze dicht angeschmiegt sind und besonders in der Region des Vegetationspunktes und in der Achsel der jungen Blätter häufig vorkommen. Wenn auch solche Pflanzen mykorrhizafrei sind, sind sie nicht pilzfrei, und wenn man sie auf steriles Substrat, das dem Pilze Wachstumsbedingungen gibt, behufs vergleichender Kultur überträgt, so wird dasselbe von der Pflanze infiziert, und die Pflanze zeigt eventuell eine Mykorrhizainfektion. Bei Beurteilung der Versuchsergebnisse muß weiter der Umstand in Rechnung gezogen werden, daß die Individuen von Haus aus eine verschieden große Wachstumsfähigkeit besitzen können. Ich kann mich, obzwar zahlreiche Kulturen angestellt wurden, noch nicht auf einheitliche Resultate stützen; für *Calypogeia* schien auch nach neuern Versuchen das Wachstum der Pflanzen unter Bedingungen, wo eine Mykorrhizainfektion möglich war, intensiver zu sein, als da, wo dieselbe ausblieb. Umgekehrt war es bei *Fegatella conica*, womit auch Beobachtungen in der Natur übereinstimmten. Immer erschienen die üppigen Rasen sehr schwach oder überhaupt nicht verpilzt, wogegen die krüppeligen und schwächlichen Pflanzen sehr stark verpilzt waren, auch wenn beiderlei Pflanzen nahe beieinander auf derselben Lokalität wuchsen.[1])

Wir wollen es versuchen, aus dem anatomischen Verhalten des Mykorrhizapilzes einige Schlüsse für die Bedeutung der Symbiose desselben mit *Calypogeia* zu ziehen. Diese anatomi-

[1]) Von Golenkin und Beauverie wird das Gegenteil angegeben.

schen Verhältnisse sind zwar in den vier untersuchten Fällen verschieden, in jedem einzelnen Falle ist jedoch das Verhältnis zwischen der Pflanze und dem Mykorrhizapilze geregelt, und dies deutet besonders darauf hin, daß der Pilz von der Wirtspflanze in bestimmten Schranken gehalten wird. Darauf deutet der Umstand hin, daß die Haustorien eine längere Zeit (I) hindurch über eine bestimmte Länge nicht hinauswachsen, sobald jedoch der Pflanzenteil beim Absterben schwächer wird, verlängern sie sich und breiten sich regellos in den absterbenden Zellen aus. Außerdem werden nur ganz bestimmte Zellen in den gesunden und kräftigen Pflanzenteilen infiziert. So dringen die Haustorien im Falle I und III nur in die die Rhizoideninitialen umgebenden Zellen, nur diese Zellen werden im Falle II von den Pilzhyphen erfüllt. Wenn jedoch ein Pflanzenteil abzusterben beginnt, verbreiten sich aus diesen Zellen die Hyphen regellos auch in andere Zellen der Wirtspflanze. Es könnten zwar diese Verhältnisse auch durch andere Bedingungen verursacht sein. Es könnte z. B. sein, daß die zäpfchenförmigen Haustorien erst nach einer genügenden Ernährung des Pilzes zu längeren Hyphen auswachsen können. Dagegen spricht der Umstand, daß z. B. im Falle I je nach der Länge der Stämmchen die Haustorien eine verschieden lange Zeit am Stadium der zäpfchenförmigen Fortsätze stehen bleiben. Daß die Wirtspflanze in erster Reihe das Verhältnis regelt, wird auch durch Tatsachen wahrscheinlich gemacht, aus welchen hervorgeht, daß sich die Pflanze gegen das Eindringen der Haustorien zu schützen versucht. Es wird zunächst die Zellwand, in welche die Haustorien eindringen, stark verdickt und wohl auch chemisch verändert, denn sie zeigt dann eine braune Farbe. Sie umhüllt in einigen Fällen auch die schon eingedrungenen Haustorien mit starken Scheiden, ähnlich wie das mehrere Autoren für die durch parasitische Pilze angefallenen Pflanzen angeben.[1]) In einigen Pflanzen der Gruppe II war die ganze infizierte Partie von den Nachbarzellen durch stark verdickte, braun gefärbte Zellwände abgegrenzt. Ich meine, daß man mit gutem Recht derartige Erscheinungen als Zeichen einer Gegenwehr der Wirtspflanze gegen den Mykorrhizapilz betrachten kann.

In diesem Sinne kann auch die Degeneration einiger Pilzhyphen in den Fällen I und II gedeutet werden. In einem Falle (I) degeneriert nur ein Teil der angeschwollenen Pilzhyphen; es bildet sich dabei eine homogene Masse, die später verschwinden kann. Es sterben jedoch nicht alle angeschwollenen Hyphen ab, vielmehr senden bald darauf die übrig gebliebenen (meist peripher liegenden) Hyphen in die Nachbarzellen feine Haustorien aus. Und dennoch ließ sich in der Beschaffenheit der Zellmembran oder sonst kein Unterschied zwischen den degenerierenden und am Leben bleibenden, angeschwollenen

---

[1]) Vgl. auch W. Magnus l. c. p. 33, 34. Janse, Ann. d. jard. bot. d. Buitenzorg. T. 14. Pl. VI. Fig. 12.

Hyphen feststellen. Die Rhizoideninitialen sind jedoch ziemlich kurzlebige Zellen, und es ist möglich, daß ihre Energie nicht ausreicht, um alle angeschwollenen Hyphen zu töten und zur Degeneration zu bringen. Daher tritt diese nur in einigen Zellen auf und betrifft nicht alle Hyphen. Hingegen werden bei andern Pflanzen (II) nur die dünnwandigen Hyphen, welche aus den Initialen in die Nachbarzellen eindringen, getötet. Die dickwandigen Hyphen bleiben daher unverändert, sie können auch später weiter wachsen. Es scheint, daß auch hier eine starke Membran die „kräftigste Waffe" (W. Magnus, l. c. p. 52) des Pilzes vorstellt.

Solange also die Wirtspflanze kräftig und gesund ist, wird der Pilz in bestimmten Schranken gehalten. Ja, es werden bestimmte Pilzhyphen getötet und zur Degeneration gebracht. Eigentlich kann man aus dieser Degeneration keine weitern Schlüsse ziehen, doch liegt die Frage nahe, ob es sich dabei nicht etwa um eine Verdauung und Aneignung von organischen Stoffen seitens der Wirtspflanze handelt. Nur in dem ersten Falle (I), wo die homogenen Massen allmählich meist aus den Rhizoideninitialen verschwinden, hat man einen Anhaltspunkt für die Auffassung, daß die abgetöteten Pilzhyphen verdaut werden. Aber es könnte sein, daß die homogene Masse von den unversehrt gebliebenen Pilzhyphen selbst verdaut und absorbiert wird, so daß die Wirtspflanze keinen direkten Nutzen davon hätte. In dem zweiten Falle (II) kann man aus dem mikroskopischen Befund keine Schlüsse für die Verdauung ziehen, da die durch Degeneration der Hyphen entstandene Substanz unverändert in den Zellen der Wirtspflanze bleibt.[1] Doch wäre es möglich, daß dieser Substanz einige Bestandteile (z. B. mineralische Nährsalze) abgenommen wurden, ohne daß das mikroskopische Bild sich verändert hätte.[2] Es bleibt ja im Präparate bloß ein Teil der die Pflanze zusammensetzenden Substanzen, die übrigen gehen während der Präparation verloren. Man kann daher auch hier nicht entscheiden, ob gewisse Stoffe den abgestorbenen

[1] Die degenerierenden, dünnwandigen Pilzhyphen von *Calypogeia* haben, wie ich mich an eigenen Präparaten überzeugt habe, eine große Ähnlichkeit mit den „Eiweißhyphen", die Magnus bei *Neottia* gefunden hat. Doch entwickeln sich die letztern bloß in einigen Verdauungszellen. In den übrigen Verdauungszellen werden Hyphen getötet, welche viel substanzärmer sind als die Eiweißhyphen und auch als die bei *Calypogeia* degenerierenden Hyphen (soweit man nach fixierten Präparaten schließen kann).

[2] Die Stahlsche Hypothese, welche mir für manche Fälle gut begründet zu sein scheint, verlangt eben zunächst die Absorption der miner. Nährsalze, daher unsere Ergebnisse nicht gegen dieselbe angeführt werden können. Manche foliose *Jungermanniaceen* enthalten Stärke, jedoch in beträchtlichern Mengen bloß unter dem Stammscheitel, wo es sich um eine „Statolithenstärke" handelt, wie z. B. bei *Plagiochila asplenioides*, *Trichocolea tomentella* (besonders bei dieser Pflanze in beträchtlicher Menge). Wenn sie, wie Herr Peklo bei einigen *Jungermanniaceen* gefunden hat, in den Blättern vorkommt, so handelt es sich um ganz geringe Mengen, die bei der Unterscheidung der Zucker- und Stärkeblätter im Stahlschen Sinne nicht in Betracht kommen.

Hyphen entnommen werden oder nicht. Und wenn auch dem so wäre, so kann man nicht entscheiden, ob diese Stoffe von der Wirtspflanze verdaut wurden oder von dem Pilze selbst.

In seiner Arbeit über die Mykorrhiza bei *Neottia* hat W. Magnus zweierlei infizierte Zellen unterschieden: erstens die Verdauungszellen, in welchen die Pilzhyphen absterben, ihr Inhalt wird von der Pflanze aufgenommen, und die Reste werden als Klumpen ausgeschieden. Zweitens die Pilzwirtzellen, in welchen der Pilz nicht degeneriert. Bestimmte Hyphen bleiben in diesen Zellen auch beim Absterben der Wurzel am Leben.

Calypogeia besitzt nicht derartige streng differenzierte Zellen. Man kann hier nicht von Verdauungs- und Pilzwirtzellen sprechen. Dagegen lassen sich hier wenigstens in einem Falle (II) streng zweierlei Hyphen unterscheiden: 1) Dünnwandige, welche degenerieren, 2) dickwandige, welche auch beim Absterben der Pflanze am Leben bleiben. Sie durchwachsen dann den abgestorbenen Pflanzenteil, können wohl auch nach außen dringen und die neu entstandenen Initialenbezirke infizieren. Auch im ersten Falle (I) bleiben bestimmte Pilzelemente am Leben, die übrigen degenerieren: sie bilden jedoch den viel kleinern Teil des Mykorrhizapilzes. Im dritten Fall (III) ließ sich keine Degeneration des Pilzes beobachten.

Man kann immerhin das Verhältnis zwischen dem Pilz und der Wirtspflanze als ein zweckmäßiges betrachten. Wenn man auch über das Wesen des Nutzens, den die Pflanze von dem Pilze haben könnte, nicht im Klaren ist, so ist wenigstens das Überleben bestimmter Elemente des Pilzes, die zu weiterm Wachstum fähig sind, für den Pilz zweckmäßig. Besonders auffallend tritt dies im Falle II auf, wo besondere dickwandige Hyphen gebildet werden, welche beim Kampfe der Wirtspflanze gegen den Mykorrhizapilz nicht unterliegen und beim Absterben der Wirtspflanze rasch auswachsen und sich im Pflanzenkörper verbreiten. Ob dies Überleben von bestimmten Hyphen, die eine Infektion der neuen Initialenbezirke herbeiführen können, auch für die Wirtspflanze vorteilhaft ist, läßt sich natürlich nicht entscheiden, bevor es nicht sichersteht, ob die Infektion der Wirtspflanze einen Nutzen bringt.

Es ist ja immer im Auge zu behalten, daß es sich in unserm Fall bei der Mykorrhiza um einen harmlosen Parasitismus handeln kann, bei welchem der Pilz zwar die Wirtspflanze um gewisse Nährstoffe beraubt, ohne sie dafür zu entschädigen, wobei er jedoch von derselben, so lange sie kräftig und gesund ist, in bestimmten Schranken gehalten wird. Die ziemlich früh absterbenden Rhizoiden, welche eine dünne und leicht durchdringbare Membran besitzen, bieten dem Pilze gute Gelegenheit zur Infektion. Der Pilz findet in den Rhizoiden eine gute Ernährung, er bildet die auffallenden Hyphenanschwellungen oder dringt, ohne dieselben zu bilden, in die nährstoffreichen Nachbarzellen. Die infizierten Zellen stellen sich nun, sobald der durch den Pilz verursachte Reiz eine bestimmte Schwelle übertreten

hat, zur Abwehr und töten, soweit ihre Energie ausreicht, einen Teil der Parasiten oder hemmen wenigstens von einer gewissen Stufe ab seine weitere Entwickelung. Sie vermögen es nicht, den Pilz völlig zu besiegen, und in denjenigen Teilen der Wirtspflanze, welche absterben, gelangen die nicht abgestorbenen Elemente des Pilzes zu neuem Wachstum. Gegen diese Auffassung könnten meine Kulturversuche angeführt werden, wo die *Calypogeia*-Pflänzchen, welche verpilzt waren, besonders üppig gewachsen sind. Es ist jedoch möglich, daß hier der bekannte Fall[1]) vorliegt, wo parasitische Pilze die Wirtspflanze zu einem besonders üppigen Wachstum anregen, ähnlich vielleicht, wie es von einigen Giften auch bekannt ist. Meine Versuche dauerten höchstens drei Monate, es ist möglich, daß ein solches künstlich hervorgerufenes, üppiges Wachstum nach längerer Zeit zu einer Degeneration führen könnte, besonders in der Natur., wo mit einem üppigem Wachstum auch ein übermäßiger Verbrauch von bestimmten, in begrenzter Menge vorhandenen Nährstoffen verbunden sein kann. Es könnte auch als eine autoregulative Reaktion nach einer längern Zeit eine Hemmung des Wachstums auftreten.

Ich leugne nicht die Möglichkeit ab, daß die Mykorrhiza bei *Calypogeia trichomanis* auch der Wirtspflanze einen Vorteil erbringen kann. Besonders ist anzuführen, daß die anatomischen Verhältnisse der Mykorrhiza nicht gegen die Möglichkeit sprechen, daß die Wirtspflanze aus dem Pilze irgend welche Stoffe absorbiert. Doch läßt sich auf Grund der bisherigen Kenntnisse in dieser Beziehung kaum etwas Sicheres sagen.

Bei den untersuchten *Calypogeia*-Pflanzen verhielt sich der Pilz je nach der Lokalität verschieden. Ich meine nicht, daß dies allgemein durch die spezifische Verschiedenheit des Pilzes bedingt wird, denn in drei Fällen (I—III) handelte es sich eigentlich um Modifikationen desselben Prozesses. In dem Falle jedoch, wo der Pilz bloß in den Rhizoiden verblieben ist, ohne die Anschwellungen sowie die zäpfchenförmigen Haustorien zu bilden, kann es sich wirklich um einen andern Pilz handeln, vielleicht liegt hier bloß eine zufällige Infektion der abgestorbenen Rhizoiden vor. In jenen Fällen, wo der Pilz zu der Wirtspflanze in enge Beziehungen tritt, könnten die Verschiedenheiten dieser Beziehungen durch das Substrat verursacht werden, dessen Qualität sowohl auf die Wirtspflanze als auch auf den Pilz, dessen Hyphen doch aus den Rhizoiden auch nach außen verlaufen, einen Einfluß ausüben wird.

Den Kernen der infizierten Zellen habe ich keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt und kann daher über ihre eventuellen Strukturveränderungen keine Mitteilung machen.

[1]) Brefeld, O., Botan. Unters. a. d. ges. Gebiete der Mykologie. Bd. XI. (Jahresb. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. Breslau Sitz. 15. Nov. 1900, p. 4, 6.)

Tafelerklärung.

Alle Figuren wurden bei einer Vergrößerung durch Reicherts Obj. hom. Imm. $^{1}/_{18}$. Ocular comp. 4 oder 8 gezeichnet, bei der Reproduktion jedoch ein wenig verkleinert. Alle Figuren beziehen sich auf *Calypogeia trichomanis.*

Fig. 1—13. Sukzessive Stadien des Mykorrhizapilzes in einem rel. Hauptstämmchen. Die Präparate wurden mit Parakarmin gefärbt. I. Modifikation der Mykorrhiza.

Fig. 1. Junges, noch nicht infiziertes Rhizoid, in welches der Kern einwandert.

Fig. 2. Ein älteres Rhizoid: der Kern ist in der Initiale geblieben.

Fig. 3. Anfangsstadium der Infektion einer Initiale.

Fig. 4. Längsschnitt durch eine Initiale, in welcher ein lockeres Geflecht von Hyphen vorhanden war. Man sieht meist Querschnitte zahlreicher Hyphen.

Fig. 5. Hyphenanschwellungen an der Zellwand.

Fig. 6. Die Hyphenanschwellungen degenerieren, es bildet sich eine homogene Substanz.

Fig. 7 u. 7a. Die Hyphenanschwellungen bilden ein pseudoparenchymatisches Gewebe, aus welchem in die Nachbarzellen feine Haustorien eindringen.

Fig. 8. Einige Haustorien werden dickwandig. Man sieht, ebenso wie in Fig. 7, die Perforation der Zellwand.

Fig. 9. Eine perforierte Zellwand von der Fläche aus gesehen.

Fig. 10. Die Haustorien werden dickwandig und sind ganz deutlich.

Fig. 11, 12. Einige Haustorien beginnen weiter zu wachsen. Sie wachsen zunächst dem Kern zu.

Fig. 13. In den infizierten Zellen entsteht ein lockeres Hyphengeflecht.

Fig. 14. Degenerierende Hyphen, welche in die Zellen der Unterblattspreite eingedrungen sind.

Fig. 15—21. Sukzessive Stadien des Mykorrhizapilzes (I. Modifikation) in einem kurzen Seitenaste. Die Präparate wurden mit Fuchsin *S* gefärbt.

Fig. 15. Infektion einer Initiale.

Fig. 16. Entwickelung der Hyphenanschwellungen.

Fig. 17. Die Anschwellungen füllen die ganze Initiale aus.

Fig. 18—20. Im Zentrum der Zelle entsteht die homogene Masse, welche bis in die Rhizoiden reichen kann (Fig. 19). In Fig. 18 treiben die Hyphen in die Nachbarzelle feine Haustorien, an welche sich der Kern anschmiegt.

Fig. 21. Die homogene Masse ist verschwunden. Die Haustorien werden deutlich.

Fig. 22—29. II. Modifikation des Mykorrhizapilzes.

Fig. 22. Infektion der Initialen und Bildung der Hyphenanschwellungen.

Fig. 23. Eine Zellwand von der Fläche. Der Zellwand liegen zahlreiche Anschwellungen an. Fig. 22 u. 23 nach einem ungefärbten Präparate aus mit Flemmingscher Lösung fixierten Objekten. Die Hyphenanschwellungen sind schwarz gefärbt.

Fig. 24. Frontaler Längsschnitt durch einen Initialenbezirk, wo in die Nachbarzellen aus den Initialen kurze Haustorien eindringen. Dieselben sind bei x mit einer dicken Schicht bedeckt.

Fig. 25. Das Eindringen der Haustorien. Bei x wird das Haustorium mit einer dicken Wandschicht bedeckt, bei *y* verdickt sich die ganze Zellwand.

Fig. 26. In den Nachbarzellen der Initialen bildet sich ein dichtes Hyphengeflecht.

Fig. 27. Die dünnwandigen Hyphen dieses Geflechts degenerieren zu einer körnigen Substanz, die dickwandigen persistieren.



4 3 6 10 2

5 1

7

y

14

13 11

27

15 16 18



'ischer in Jena.



Zur Statolithentheorie des Geotropismus.

Von

H. Schröder.

(Mit Tafel 13.)

Die folgenden Ausführungen gliedern sich nach dem Material wie der Methode sachgemäß in zwei Abschnitte. Den ersten bildet eine anatomische Untersuchung über das Vorkommen von Zellen mit beweglicher, d. h. dem Zuge der Schwerkraft folgender, Stärke in den Organen höherer Pflanzen, während im zweiten Teil eine mehr experimentelle Studie über die Funktion der Glanzkörperchen in der Spitze der Wurzelhaare von *Chara* mitgeteilt wird. In beiden Fällen kam es darauf an, die Berechtigung bezw. Tragweite der Němec-Haberlandtschen Statolithentheorie zu prüfen. Aus weiter unten anzuführenden Gründen beschränkte ich mich dabei im ersten Teil auf eine Angabe der wichtigsten Resultate, während der zweite Teil eine eingehendere Behandlung erfahren wird.

I. Das Vorkommen und die Anordnung der Zellen mit beweglicher Stärke.

1. In den Stengelorganen der Angiospermen.

Zu Anfang des Sommer-Semesters 1902 stellte mir Herr Geheimrat Strasburger, im Hinblick auf die von Němec und Haberlandt[1]) aufgestellte Statolithentheorie des Geotropismus,

[1]) Die Statolithentheorie wurde bekanntlich von beiden Forschern unabhängig voneinander ausgesprochen und begründet in:

Němec: I. „Die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen.“ (Biologisches Centralblatt. Band XX. 1900. pag. 369.)

II. „Über die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen.“ (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. XVIII. 1900. pag. 241.)

III. „Über die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen.“ (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. XXXVI. 1901. pag. 80.)

IV. „Die Perception des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen.“ (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XX. 1902. pag. 339.)

die Aufgabe zu prüfen, ob in der Tat der Stärkescheide die Verbreitung zukomme, die bei der allgemeinen Empfindlichkeit der höheren Pflanzen für den Schwerkraftreiz für dessen Perzeptionsorgan verlangt werden müsse. Es schien die Aufklärung dieser Frage erwünscht, da die erwähnte Hypothese in hohem Maße das Interesse aller Pflanzenphysiologen erregte, und außerdem Hermann Fischer[1]) in einer neueren Veröffentlichung das Vorkommen einer Stärkescheide bei der überwiegenden Mehrzahl der von ihm untersuchten Pflanzen auf das bestimmteste in Abrede stellte[2]). Auch Jost betonte in einer kritischen Besprechung[3]) die Notwendigkeit einer Klarstellung dieses Punktes. Meine dementsprechend im Laufe des Sommers und Herbstes verflossenen Jahres ausgeführten Untersuchungen über die Verbreitung der Scheide waren der Hauptsache nach beendet — wurden aber mit Rücksicht auf unten mitzuteilende Versuche und aus äußeren Gründen noch nicht publiziert , als zu Anfang dieses Jahres eine ausführliche Abhandlung Haberlandts: „Zur Statolithentheorie des Geotropismus"[4]) erschien, in deren erstem Teile „Die Stärkescheide, ihr Vorkommen und ihre Stellvertretung" das gleiche Thema behandelt wird.

Da meine Befunde in allen wesentlichen Punkten mit denen Haberlandts übereinstimmen, halte ich es nicht mehr für geboten, über meine eigenen Resultate in dem Umfang zu berichten, wie ich es früher beabsichtigte. Eine völlige Unterdrückung derselben scheint mir aber bei der Wichtigkeit des Gegenstandes nicht angebracht, und so beschränke ich mich darauf, nur die hauptsächlichsten Ergebnisse meiner Untersuchung mitzuteilen.

Methodisches: Bei der Untersuchung verfuhr ich folgendermaßen:

Entweder legte ich (bei Keimpflanzen etc.) den Topf mit der ganzen Pflanze horizontal, oder ich brachte abgeschnittene und an ihrer Basis befestigte Sprosse in einer feuchten Kammer in die gleiche Lage; selbstverständlich in beiden Fällen unter Lichtabschluß. Zuweilen, wenn auch weniger häufig, bog ich Stengel oder Stengelteile von Freilandpflanzen des botanischen

Haberlandt: I. „Über die Perception des geotropischen Reizes." (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XVIII. 1900. pag. 261.)
II. „Über die Statolithenfunktion der Stärkekörner." (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XX. 1902. pag. 189.)
III. „Sinnesorgane im Pflanzenreich." Leipzig: Engelmann. 1901. pag. 142. Anmerkung.

[1]) Fischer H., „Das Pericykel in den freien Stengelorganen." (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. XXXV. 1900. pag. 1.)

[2]) Fischer fand eine Scheide nur in 12 von 100 untersuchten Dikotylen und gibt an, daß sie bei Monokotylen und Coniferen überhaupt nicht vorkomme.

[3]) Jost: „Die Perception des Schwerereizes in der Pflanze." (Biologisches Centralblatt. Bd. XXII. 1902. pag. 161.)

[4]) Haberlandt: IV. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Band XXXVIII. 1903. pag. 447.

Gartens so, daß die Blüte oder der Vegetationspunkt sich in Reizlage befand, und befestigte sie in dieser Stellung derart, daß die Teile, in denen die Reaktion zu erwarten war, ihre Bewegung ungehindert ausführen konnten. Nach Eintritt der Reaktion wurden, meist kurz unterhalb der Krümmungszone beginnend, in regelmäßigen Abständen bis fast zum Vegetationspunkt Quer- und Längsschnitte gemacht und in konzentrierter Jodjodkaliumlösung (daneben auch öfter in Jod-Alkohol, Jod-Glyzerin, Jod-Chloralhydrat) untersucht. Jodjodkalium erwies sich, besonders was die Zuverlässigkeit anbelangt, den anderen genannten Reagentien weit überlegen; es gelang mir, damit Stärke nachzuweisen, wo ich z. B. mit Jod-Glyzerin — wohl weil dieses nicht in die Gewebe eindrang — keine entdecken konnte. Auch möchte ich an dieser Stelle bemerken, daß die Körner der Scheide nach Einbettung in Paraffin bei der üblichen Behandlung sich fast gar nicht mit den gebräuchlichen Anilinfarben tingieren, vielleicht auch ein Grund, warum die Scheide in vielen Fällen mag übersehen worden sein.

Ich prüfte dann an diesen Schnitten, ob sich eine Zellschicht oder ein Zellkomplex durch Zahl oder Größe seiner Stärkekörner auszeichnet, und ferner, wenigstens bei der Mehrzahl der Pflanzen, unter Zuhülfenahme eines einfachen Versuchs (Festklemmen der Sproßstücke in horizontaler Lage zwischen zwei Glasplatten) die weitere Frage: „Folgen in diesen oder auch in anderen Zellen die Körner der Schwerkraft?“

Ergebnisse: Auf diese Weise konnte ich bei allen untersuchten Pflanzen das Vorhandensein derartiger Zellen mit beweglichen Einschlüssen unschwer feststellen. Doch ist ihre Verteilung im Stengel im einzelnen sehr verschieden: es lassen sich etwa folgende Haupttypen der Anordnung unterscheiden: Es ist

1. eine „typische Stärkescheide“ vorhanden.

In diesem Falle bilden die Stärkezellen auf Querschnitten einen geschlossenen, nur eine Zelllage starken Ring, auf Längsschnitten zwei parallele Reihen, im unverletzten Stengel mithin einen Hohlzylinder. Nur für diese Form der Anordnung gebrauche ich im folgenden die Bezeichnung „typische Stärkescheide“, während ich sonst nach dem Vorgang von Jost[1]) und Haberlandt[2]) von Zellen mit beweglicher Stärke oder kürzer von Stärkezellen rede und darunter solche Zellen verstehe, deren Chromatophoren durch eingeschlossene Stärkekörner ein größeres spezifisches Gewicht besitzen als der übrige Zellinhalt, außerdem aber auch in der Lage sind, dem Zuge der Schwerkraft — selbstverständlich rein passiv — zu folgen, was durch Anhäufung an der physikalisch unteren Zellwand zum Ausdruck gebracht wird.

Es stellt demnach die „Stärke-Scheide“ nur einen speziellen Fall der Verteilung der Stärke-Zellen dar, allerdings den bei

[1]) l. c. pag. 171.
[2]) Haberlandt, IV, pag. 455, 456, Anmerkung.

Angiospermen bei weitem am häufigsten vorkommenden: besaß doch der größte Teil meines Untersuchungsmaterials eine typische Scheide. Daneben kommt es vor, daß die Scheide auf Querschnitten mehrere Zelllagen umfaßt und dann undeutlich begrenzt erscheint. Diese „mehrschichtige Scheide“ findet sich bei einer ganzen Anzahl von Dikotylen und besonders häufig bei Monokotylen, wo sie z. B. bei *Iris germanica* das Stengelinnere umgibt, dessen Bündel nirgends von Stärkezellen begleitet sind, während die außerhalb der Scheide gelegenen Bündel, teils im Zusammenhang mit derselben, teils isoliert, von einem Ring von solchen Zellen eingeschlossen sind (Fig. 1).

Hier wäre eine ganze Anzahl von Pflanzen aufzuführen, denen Fischer[1]) eine Scheide abspricht, doch ist dies bereits von Haberlandt[2]) geschehen, so daß hier eine Bestätigung seiner Befunde genügen dürfte. Auch eine Deutung für die abweichenden Resultate Fischers hat Haberlandt bereits gegeben.

Die Scheide kann den Sklerenchym-Ring außen umgeben (*Vinca minor*, *Aristolochia tomentosa*, ebenso nach Strasburger[3]) *Aristolochia Sipho*, und andere mehr) oder aber demselben auf der Innenseite anliegen (*Uvularia grandiflora*, *Allium fallax* [Blütenstiel]). Sie ist in anderen Fällen über den Gefäßbündeln bogig nach außen vorgewölbt, während sie interfaszikular eingesenkt erscheint (*Vicia faba*). Dies führt zu der Anordnung, die ich mit Haberlandt als:

2. „durchbrochene Scheide“ bezeichnen möchte.

Hier haben wir auf dem Querschnitt nicht einen Ring von Stärkezellen, sondern nur einzelne Kreisbögen, die durch stärkefreie Zwischenstücke voneinander getrennt sind. Diese Bögen können den Gefäßbündeln resp. dem diese außen begleitenden Kollenchym anliegen (*Trifolium incarnatum*), oder sie sind gerade interfaszikular am stärksten entwickelt, wie Haberlandt[4]) für *Trollius europaeus* mitteilt. Schon bei dem oben erwähnten *Trifolium incarnatum* kann man auch

3. von einer „Stellung um die Gefäßbündel“ sprechen, die noch schärfer zum Ausdruck kommt, wenn z. B. die Stärke-Zellen die einzelnen Bündel als isolierte Ringe völlig umgeben [Blattstiel von *Acer*[5]] oder deren Außen- oder Innenseite als Stärkesicheln anliegen (*Gramineen*), schließlich auch in den Flanken derselben auftreten (*Leucojum aestivum* und andre[6]). Auch *Papaver orientale* möchte ich hierher rechnen, denn es scheint mir, wenigstens in den jüngern Teilen des Blütenstiels, die Anordnung der Stärkezellen um die Bündel außer Zweifel

[1]) l. c.

[2]) l. c. IV. pag. 452.

[3]) Strasburger: Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena (Fischer) 1891. pag. 263.

[4]) Haberlandt IV. pag. 452. 453.

[5]) Mit gelegentlicher Überbrückung schwacher primärer Markstrahlen.

[6]) Vergleiche hierüber auch Haberlandt: I. 265. IV. 454.

zu stehen, wie auch aus Fig. 2 ersichtlich ist. An der Zeichnung ist außerdem noch erkennbar, daß diese Zellen mit beweglicher Stärke nur in einer ganz bestimmten begrenzten Zone des Stengelquerschnittes auftreten, und daß die Bündel je nach ihrer Entfernung von der Oberfläche des Stieles entweder eine in sich geschlossene Umhüllung oder aber nur Stärkesicheln besitzen, wobei Überbrückung der primären Markstrahlen bei einander stark genäherten Bündeln vorkommt, oder endlich, daß eine Anordnung auftritt, die an die Stellung in den Flanken der Gefäßbündel erinnert. Nach Haberlandts Beschreibung[1]) ist auch *Urtica dioica* hierher zu stellen, mit vereinzelten den Blattspuren vorgelagerten Längsreihen von Stärkezellen.

4. Schließlich können auch die Zellen der primären Markstrahlen bewegliche Stärke enthalten, wie bei *Thalictrum flavum* (Haberlandt) und *Thalictrum majus*.

In all diesen angeführten verschiedenen Formen fand ich die Stärkezellen gruppiert, und habe obige Typen aufgestellt, um eine ermüdende Aufzählung und Beschreibung der einzelnen untersuchten Pflanzen zu vermeiden. Ich bemerke jedoch ausdrücklich, um Mißverständnisse zu verhüten, daß sie durch mannigfache Übergänge und Zwischenformen miteinander verknüpft sind, so daß es in vielen Fällen schwierig ist, zu entscheiden, ob eine Pflanze diesem oder jenem Typus beizurechnen ist, wie z. B. schon oben für *Trifolium incarnatum* angedeutet wurde. Außerdem kommt es auch vor, daß verschiedene Möglichkeiten der Anordnung in ein und derselben Pflanze (siehe oben *Papaver* und *Iris*) nebeneinander verwirklicht sind.

Für die Funktion der Stärkezellen als Statocysten im Sinne der Nèmec-Haberlandtschen Hypothese kann zunächst von ihrer Gruppierung gänzlich abgesehen werden; es bleibt dann die schon eingangs erwähnte, bedeutungsvolle Tatsache, daß sich in allen untersuchten Stengeln ausnahmslos bewegliche Stärke vorfand.

Ich halte dieses Resultat für um so beachtenswerter, als ich mein Augenmerk vornehmlich auf Pflanzen richtete, bei denen das Vorhandensein von Stärke-Zellen von vornherein fraglich, wenn nicht unwahrscheinlich erschien.

Als solche nenne ich:

1. Pflanzen, denen nach Fischer eine Scheide fehlt,
2. Monokotyle, besonders *Liliaceen*,
3. Dikotyle, deren Gefäßbündel nicht, wie das die Regel, in einem, sondern in mehreren Kreisen angeordnet sind,
4. Chlorophyllfreie Pflanzen (Parasiten).

Über die unter 1 und 2 angeführten Gewächse finden sich oben und in den verschiedenen Abhandlungen Haberlandts gegenügend Angaben; zu den unter 3 genannten gehören *Papaver* und *Thalictrum*, die gleichfalls schon beschrieben sind, und ferner die *Cucurbitaceen*, die, wie ich an *Cucurbita Pepo*, *Bry-*

[1]) l. c. 453.

onia dioica, Sicyos angulata und *Cyclanthera pedata* feststellte, eine typische Scheide besitzen.

Von Parasiten hatte die als Schlingpflanze auf *Urtica* schmarotzende *Cuscuta europaea* eine typische Scheide, und ebenso, vielleicht etwas weniger deutlich, *Cuscuta epilinum.* Ferner standen mir noch zwei *Orobanche*-Arten zur Verfügung, eine auf Efeu-Wurzeln vorkommende, wohl *Orobanche Hederae*, und eine andere nicht näher bestimmte. Die noch unausgewachsenen fleischigen Blütenstiele beider Arten zeigten, wie unschwer nachzuweisen war, einen sehr energischen negativen Geotropismus: die Krümmung war wie bei den grünen Pflanzen streng an die wachsende Region geknüpft. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß unmittelbar oberhalb der Krümmungszone die Zellen der ganzen primären Rinde bis zu den Gefäßbündeln bewegliche Stärke führten, während basalwärts inner- und außerhalb dieser Zone allmählich Entleerung eintrat derart, daß die äußern Zellschichten zuerst ihre Stärke einbüßten, dagegen die Zellen der innern Rindenpartien noch auf eine längere Strecke stärkehaltig waren. Auch im Mark folgten die zahlreichen eingelagerten Stärkekörner, die etwas kleiner als die der Rinde erschienen, in allen oder zahlreichen Zellen der Schwerkraft, doch anscheinend weniger prompt als in den Rindenzellen.

Ferner erschien die Untersuchung einer Pflanze, die orthotrope und kriechende Stengel nebeneinander besitzt, nicht ohne Interesse[1]. Ich wählte dazu *Hieracium Pilosella*, konnte aber einen nennenswerten Unterschied in den Stärkezellen zwischen beiden Arten von Stengeln — dem kriechenden, vegetativen und dem aufrechten Blütenstiel — nicht feststellen.

Ebenso besitzen sowohl die oberirdischen Ausläufer von *Fragaria vesca*, wie die sehr stärkereichen Rhizome von *Adoxa moschatellina* eine typische Scheide.

Somit ergab diese Untersuchung keinen Beweis gegen die Němec-Haberlandtsche Auffassung; im Gegenteil gewinnt dieselbe dadurch nur an Wahrscheinlichkeit, denn an der allgemeinen Verbreitung der Stärkezellen in geotropisch empfindlichen Stengelorganen der höhern Pflanzen kann wohl nicht mehr gezweifelt werden.

Auch die Tatsache, daß das Auftreten von beweglicher Stärke sehr häufig streng auf die krümmungsfähige Region lokalisiert ist, spricht — wie schon die Urheber der Hypothese anführen[2] — zugunsten der Statolithentheorie. So sind die Zellen der Scheide in den ausgewachsenen Teilen der Stengel in der Regel entleert[3] und zeigen bei Gelenkpflanzen ihren normalen Stärkegehalt nur an den Gelenken[4]: also bei *Trade-*

[1]) Vergleiche: Maige: Recherches biologiques sur les plantes rampantes. (Ann. Sc. nat. Sér. 8. T. XI. 1900. p. 249.)

[2]) Němec II. pag. 243. III. 126. Haberlandt I. pag. 268.

[3]) Haberlandt I. 264.

[4]) Haberlandt I. 265.

scantia an der Internodiumbasis[1]) und an derselben Stelle ganz besonders scharf und ausgesprochen bei *Stellaria Holostea*, wo namentlich über ältern Knoten die Zellen der Scheide nur auf ungefähr 2—3 mm Länge Stärke enthalten und dann plötzlich entleert sind. Längsschnitte durch gekrümmte Gelenke lehren, daß die Krümmungszone genau mit dem Auftreten der beweglichen Stärke zusammenfällt. Endlich finden sich bei *Gramineen* die Stärkesicheln in den Knoten (angeschwollenen Blattbasen): also auch hier gerade in den bei der Krümmung aktiven Teilen der Pflanze[2]). So bestechend auch dieser Gedankengang im ersten Moment erscheint, so ist doch nicht zu vergessen, daß eben die krümmungsfähigen auch die wachstumsfähigen und — in allen Fällen bei Eintritt der Reaktion — auch tatsächlich wachsenden Regionen sind: und daß somit die Annahme, es handle sich hier um Reservematerial für das normale oder infolge des Reizes eintretende Wachstum, nicht völlig von der Hand zu weisen ist.

2. Geotropisch reizbare Blütenteile.

Soweit die Stellung der Blüten und ihrer Teile durch Krümmungen des Stiels bedingt ist, sind die geotropischen Erscheinungen den im vorhergehenden Teil betrachteten Fällen zuzurechnen und Blütenstiele sind dort, eben in ihrer Eigenschaft als Stengelorgane, vielfach herangezogen.

Dagegen ist unzweifelhaft Geotropismus bei Blütenteilen in folgenden Fällen festgestellt:

a) Staubfäden von *Crinum ornatum*.

Die Blüten dieser *Amaryllidacee* sind in reichen Scheindolden angeordnet und nach dem allgemeinen Typus der Familie gebaut. Ihr Stiel ist derart gekrümmt, daß die Öffnung des Perigons horizontal nach der Seite gerichtet ist; die Filamente besitzen in ihrem untern Teil die gleiche Richtung, sind dann ziemlich scharf gebogen, wodurch ihr oberer Teil, etwa ein Drittel ihrer Länge, vertikal steht. Unmittelbar unter der halbmondförmigen Anthere ist der Faden kegelförmig zugespitzt und diese in ihrer Mitte, balancierend, darauf inseriert.

Durch Befestigen der Blüten unmittelbar vor dem Öffnen in inverser Lage konnte ich zeigen, daß es sich in der Tat hier um eine geotropische und nicht um eine autonome Krümmung handelt. Denn diese Antheren waren, auch dann, wenn die Blüte um 180° gedreht war, normal nach oben gebogen. Die mikroskopische Untersuchung ergab eine Scheide mit großen, der Schwerkraft folgenden Stärkekörnern um das zentrale Ge-

[1]) Miehe: Über korrelative Beeinflussung des Geotropismus einiger Gelenkpflanzen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. XXXVIII. 1902. Heft 4. pag. 6 (Paginierung des Separat-Abzugs) und Němec III. 120.)

[2]) Über die bei der geotropischen Krümmung aktiven Partien vergl. auch F. G. Kohl: Die paratonischen Wachstumskrümmungen der Gelenkpflanzen. (Botanische Zeitung. Bd. 58. 1900. Abt. 1 pag. 2 und 3.)

fäßbündel. Daneben enthielten auch die anderen Parenchymzellen Stärke, doch schien hier eine einseitige Lagerung nicht vorhanden. Gern hätte ich festgestellt, was nach dem Ausstäuben des Pollens aus der Stärke der Scheide wird, doch wurde die Pflanze infolge eingetretenen Frostes in ein Warmhaus gebracht, dessen Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse ihr so wenig zusagten, daß die Filamente abfaulten.

b) Perigon von *Iris*.

In einer neuerdings erschienenen Abhandlung macht Wiesner[1]) auf den Geotropismus von *Iris*-Blüten aufmerksam. Es ist bei dieser Pflanze das Perigon, soweit seine Blätter noch verwachsen sind, sowie der Fruchtknoten empfindlich. Bei der mikroskopischen Prüfung fand ich an der Krümmungszone bewegliche Stärke sowohl um die einzelnen Gefäßbündel als auch um den an dieser Stelle noch mit der Blütenhülle verwachsenen Fruchtknoten resp. Griffel.

c) Perigon von *Clivia nobilis*.

Konnten in diesen beiden Fällen (*Crinum* und *Iris*) Stärke-Zellen nachgewiesen werden, so muß doch hier der Vollständigkeit halber die höchst beachtenswerte Tatsache mitgeteilt werden, daß Wiesner[2]) durch eingehende und sorgfältige Untersuchungen geotropische Krümmungen an den Blütenblättern von *Clivia nobilis* feststellte, daß er jedoch in deren Zellen keinen Bestandteil auffinden konnte, der eine einseitige Lagerung zeigte.

3. Gymnospermen, Gefäßkryptogamen und Moose.

Soweit mir bekannt, beschränken sich die Angaben in der Literatur für die oben genannten Pflanzengruppen einmal auf die Angaben Fischers[3]), der zu dem Schlusse kommt: „Bei *Coniferen* muß der Mangel jeder innern Begrenzung der Rinde konstatiert werden", womit, da die Stärkescheide für Fischer als solche Grenze gilt, deren Abwesenheit ausgesprochen wird, und auf eine Bemerkung Němecs[4]), daß bei *Aspidium filix mas* das Grundparenchym bewegliche Stärke enthalte.

Von Gymnospermen besitzt *Taxus baccata* in jungen, noch hellgrünen Trieben eine mehrschichtige, undeutlich begrenzte Scheide, in deren Zellen auf Längsschnitten einseitige Anhäufung der Stärkekörner erkennbar ist. Ebenso führen die jüngsten negativ geotropen Sprossen von *Pinus Thunbergi* bewegliche Stärke sowohl im Mark als auch in den dem Sklerenchymring außen anliegenden Zellen. Daneben zeigten andere Rindenzellen gleichfalls, aber viel weniger ausgesprochen, eine einseitige Lagerung

[1]) Wiesner: Studien über den Einfluß der Schwerkraft auf die Richtung der Pflanzenorgane. (Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-Naturw. Klasse. Band CXI. Abt. I. Oktober 1902. pag. 29.)

[2]) l. c. pag. 38.

[3]) l. c. pag. 18.

[4]) Němec II. pag. 243. Němec III. pag. 119.

ihrer Stärke. Ähnliche Verhältnisse wie *Taxus* zeigte ein *Juniperus*, während die Verteilung bei *Ginkgo biloba* mehr an *Pinus Thunbergi* erinnert.

Bei Farnen kann ich zunächst für den Blattstiel von *Aspidium filix mas* Němecs Angabe bestätigen. Gleicherweise führt *Osmunda regalis* bewegliche Stärke im Grundparenchym, doch gelang bei dieser Pflanze der Nachweis der einseitigen Anhäufung nur auf Längsschnitten, während auf Querschnitten ein Teil der Zellen mit Stärke vollgepfropft, ein anderer völlig entleert erscheint. Es rührt dies, wie aus Längsschnitten ohne weiters ersichtlich, daher, daß die sehr lang gestreckten Zellen verhältnismäßig zahlreiche Stärkekörner enthalten, die (nach vorhergehender Vertikal-Stellung) in mehreren Lagen auf der physikalischen Unterseite, also auf einer der schmalen Querwände, lagern. Es muß demnach auf Querschnitten eine in ihrer obern Hälfte getroffene Zelle völlig stärkefrei, eine weitere unten durchschnittene stärkeführend erscheinen. Bei *Onoclea sensibilis*, deren Zellen weniger Stärke enthielten als die von *Osmunda*, war auch auf Querschnitten die einseitige Anhäufung der Stärke in den Zellen des Grundparenchyms deutlich zu erkennen.

Im Gegensatz zu den genannten *Filices* waren bei der zu den Wasserfarnen gehörigen *Marsilia Drummondi* die Stärkezellen als mehrschichtige, scheidenartige Umhüllung um das zentrale Gefäßbündel angeordnet.

Für *Equiseten* ist das Vorhandensein einer Stärkeschicht mehrfach festgestellt[1]). Es gelang mir bei *Equisetum arvense* und *Equisetum Telmateja* unschwer nachzuweisen, daß in den wachsenden Regionen die Stärkekörner dieser Scheiden der Schwerkraft folgen.

Auch bei diesen Objekten (besonders *Equisetum arvense*) wurden die Zellen von der Basis nach der Spitze des Internodiums zu stärkeärmer.

Bei den Lebermoosen, *Pellia epiphylla* und einer andern, nicht näher bestimmten *Jungermanniacee*, lernte ich in den Setis Organe kennen, die neben einem sehr starken positiven Heliotropismus vor ihrer Streckung einen schwachen, nur mühsam feststellbaren, negativen Geotropismus besitzen. Es fanden sich in diesen sehr turgeszenten und der mechanischen Elemente völlig entbehrenden Stielen neben zahlreichen Öltropfen, die in der Regel den zentral gelagerten Kern umgaben, auch Stärkekörner, aber anscheinend nur, solange die Setae noch grün waren; aus den Zellen der gestreckten, glashellen Setae war die Stärke verschwunden; doch gelang es mir bei diesen Objekten nicht, eine einseitige Anhäufung der Stärke nachzuweisen. Allerdings boten diese Setae der Untersuchung große Schwierigkeiten — es war unmöglich, geeignete Schnitte zu erhalten; die unverletzten Stiele wurden daher in Jodchloralhydrat untersucht, was bei ihrer ziemlich bedeutenden Dicke undeutliche Bilder ergab;

[1]) Besonders: Strasburger l. c. pag. 437 und folgende.

auch stand mir das in der hiesigen Gegend gesammelte Material nur kurze Zeit zur Verfügung, weshalb ich diese Befunde nur der Vollständigkeit halber mitteile.

II. Beobachtungen an Wurzelhaaren von *Chara*. (Algen und Pilze.)

Über die niederen Pflanzen, die Němec und Haberlandt ausdrücklich von ihren Betrachtungen ausschließen, lag eine bemerkenswerte Arbeit Giesenhagens[1]) vor, in der der Nachweis erbracht wird, daß in den positiv geotropen Wurzelhaaren von *Characeen* die unweit der Spitze liegenden, ihrer chemischen Natur nach unbekannten Glanzkörper als Statolithen fungieren. Giesenhagen selbst bezeichnet seine Resultate nur als vorläufige und wünscht, auf das günstige Objekt aufmerksam zu machen. In der Tat sind diese Rhizoide zum Studium der einschlägigen Verhältnisse in ganz hervorragendem Maße geeignet, da sie gestatten, gleichzeitig und nebeneinander das Verhalten der Statolithen und die Reizkrümmung zu beobachten; außerdem besitzen sie noch den weiteren Vorzug, daß bei ihrem kaum merklichen Heliotropismus[2]) die geotropischen Krümmungen, weil unbeeinflußt, mit großer Reinheit auftreten.

Methodisches: Ich benutzte ausschließlich *Chara fragilis* zu meinen Versuchen und kultivierte dieselbe auf dem Objektträger genau nach der Vorschrift Giesenhagens[3]) stets mit gutem Erfolg. Leider gelang es mir nicht, auf die gleiche Weise auch bei einer in hiesiger Gegend vorkommenden *Nitella* kräftige Rhizoide zu erzielen, so daß ich auf dieses Vergleichsmaterial verzichten mußte. Die Beobachtung geschah mit einem horizontal gelegten großen Zeißschen Mikroskop, dessen zentrierter, drehbarer Objekttisch es gestattete, den Winkel, den die Achse des Haares mit der Vertikale bildet, beliebig zu variieren, während andrerseits der festgeklemmte Objektträger durch Stellschrauben verschoben werden konnte, ohne daß die Neigung des Rhizoids geändert wurde. Gezeichnet habe ich mit dem großen Apparat von Abbe, wobei mir Anfangs das Zeichnen auf vertikaler Ebene einige Schwierigkeiten verursachte, doch ließen sich Umrißzeichnungen — andere kamen hier nicht in Frage — bei einiger Übung auch in dieser Stellung mit hinreichender Genauigkeit anfertigen, sofern nur für eine stabile Unterstützung des Armes gesorgt wurde. Da sich im botanischen Institut der Universität kein Arbeitsplatz fand, an dem eine erschütterungs-

[1]) Giesenhagen: I.: Über innere Vorgänge bei der geotropischen Krümmung der Wurzeln von *Chara*. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. XIX. 1901. pag. 277.)

[2]) Vergleiche auch Richter: Über Reaktion der *Charen* auf äußere Einflüsse. (Flora. Band 78. 1894. pag. 399.)

[3]) Giesenhagen l. c. pag. 278 und ferner von demselben Autor: Untersuchungen über die *Characeen*. (Flora. Bd. 82. 1896. pag. 381 speziell pag. 400.)

freie Aufstellung des Mikroskops gewährleistet war. machte ich gern von der mir in liebenswürdigster Weise von Herrn Professor Noll erteilten Erlaubnis Gebrauch, die Beobachtungen im pflanzenphysiologischen Versuchshaus der Königlichen landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf anzustellen. Im Glashause daselbst standen mir solid fundierte Steintische zur Verfügung[1]), die jede Erschütterung ausschlossen, außerdem ermöglichte das vorhandene Oberlicht eine ausgiebige und bequeme Beleuchtung ohne Benützung eines anderen als des am Stativ angebrachten Spiegels. Ich möchte nicht versäumen. auch an dieser Stelle Herrn Prof. Noll für die Bereitwilligkeit, mit der er mir das Arbeiten in seinem Versuchshause gestattete, und auch ganz besonders für die stets gleich bleibende Freundlichkeit, mit der er mir in wiederholten und eingehenden Besprechungen vielfach Belehrung und Anregung zuteil werden ließ. meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Ergebnisse: Den Bau der Haare haben Giesenhagen[3]) und andere beschrieben, und setze ich denselben unter Verweisung auf Fig. 3 meiner Tafel als bekannt voraus[4]). Ebenso hat Giesenhagen auf das ausgesprochene Spitzenwachstum derselben aufmerksam gemacht; es bleiben dabei die Glanzkörper stets in einer gewissen Entfernung von der Wand des vorderen Endes und folgen, wie durch Neigung des Haares jederzeit unschwer festzustellen ist, dem Zuge der Schwerkraft. In den der möglichen extremen Lagen verhalten sich die Körper[5]) folgendermaßen:

1. In der Ruhelage, wenn also das Haar senkrecht nach unten wächst, befinden sie sich allemal, wie schon oben erwähnt. in einem gewissen, ganz bestimmten Abstande von der Spitze — das nächste 0,006—0,012 mm davon — sie liegen also niemals an dieser Stelle der Membran unmittelbar an. sondern stets ist ein Zwischenraum deutlich erkennbar.

2. Bringt man das Haar in Invers-Stellung, mit der Spitze senkrecht nach oben, so sinken die Körper etwas zurück — z. B. der nächste in einem Falle bis 0,026 mm vom Scheitel — und gleichzeitig wird der Verband der Körper gelockert, d. h. sie verteilen sich unter Vergrößerung ihrer gegenseitigen Abstände auf einen größeren Raum. Doch entfernen sie sich auch dann niemals über eine gewisse Strecke von dem fortwachsen-

---

[1]) Siehe Noll: Beobachtungen und Betrachtungen über embryonale Substanz. (Biologisches Centralblatt. Bd. XXIII. 1903. pag. 332, Anmerkung.)

[2]) l. c. pag. 281, 282.

[3]) Giesenhagen I. pag. 281.

[4]) Ich halte die Zufügung dieser Zeichnung für angebracht, da Giesenhagen Fig. 2 seiner Tafel ein Haar unmittelbar nach der Teilung der Endzelle darstellt, also in einem Augenblick, in dem die neugebildete Endzelle ohne Vakuole ist, und Pringsheim Fig. 7 der Tafel XXIV im zweiten Bd. seiner „Gesammelten Abhandlungen“ die Lage der Glanzkörper ungenau angibt. Die Spitze der zu meinen Versuchen benutzten Haare war allemal organisiert, wie ich es in meiner Zeichnung dargestellt habe.

[5]) Körper hier wie in der Folge — Glanzkörper.

den Ende und gelangen in keinem Falle in die Nähe des Kernes oder gar bis an die Genze des dichten Plasmatropfens, also bis an das strömende Plasma des hinteren Teiles der Zelle (Fig. 4). Es wird also in beiden Richtungen, sowohl nach der Spitze als nach der Basis zu ihrer Bewegung ein Ziel gesteckt an Stellen, wo Grenzschichten im Plasma nicht zu bemerken sind.

3. Ganz anders verhalten sich die Glanzkörperchen bei Horizontalstellung eines Haares. Hier erreichen sie, wenn man ihnen genügend Zeit läßt, die Membran, resp. nähern sich ihr soweit, daß bei den durch die Versuchsanordnung erlaubten Vergrößerungen ein Zwischenraum nicht mehr erkennbar ist.

Es scheint also hiernach von vornherein die Annahme einer Vakuole, die diese Körper umgibt, und deren Grenzen wir nicht wahrzunehmen vermögen, nicht unwahrscheinlich. Doch läßt sich mit dieser Vorstellung die Art und Weise, wie die Körper aus einer Lage in die andere übergehen, meines Erachtens nicht recht in Einklang bringen. Wie schon Giesenhagen mitteilt, sinken sie nicht wie schwere Körper in einer unbewegten Vakuolen-Flüssigkeit, sondern es finden vielfach, zuweilen auch direkt der Richtung der Schwere entgegengesetzte Bewegungen und Verschiebungen statt, bis schließlich die Ruhelage an der physikalisch unteren Zellwand (bei Horizontal-Stellung) erreicht wird.

Auch die noch später ausführlicher mitzuteilende Beobachtung, daß bei rascherem Wachstum des Haares die Glanzkörper sich schneller umlagern, paßt nicht recht zur Annahme einer Vakuole. Es scheint darum die Möglichkeit, daß uns unsichtbare Strukturen im Plasma vorhanden sind, viel plausibler. Die Bewegung wäre, da sie aktiv nicht gut gedacht werden kann, damit zu erklären, daß Strömungen im Plasma, wie sie Noll[1]) für die Plasmaansammlung in der wachsenden Spitze von *Bryopsis* unzweifelhaft nachgewiesen hat, einzelne der Körperchen vorübergehend erfassen und eine Strecke mitführen. Diese Strömungen sind aber zu schwach bezw. die Unterschiede im spezifischen Gewicht zu groß, um auf die Dauer eine einseitige Lagerung zu verhindern. Es wären dann Plasma-Strukturen, die der Bewegung der Körper, bei Normalstellung in geringerer, bei Inversstellung in größerer Entfernung von der Spitze, ein Ziel setzen, während bei horizontaler Stellung die Glanzkörper bis unmittelbar zur Hautschicht, dem reizperzipierenden Organ, sinken können.

1. Umlagerungszeit und Reaktionszeit.

Für die Frage, ob die Körner in der Tat als Statolithen wirken, schien es zunächst geboten, festzustellen, ob in allen Fällen die einseitige Lagerung der Glanzkörper der Reizkrümmung vorangeht. Ich bestimmte darum in einer größeren Anzahl von

[1]) Beobachtungen und Betrachtungen über embryonale Substanz. (Biologisches Centralblatt. Band XXIII. 1903. pag. 281.)

Fällen die Umlagerungszeit und die Reaktionszeit. Dabei verstehe ich unter letzterer das Zeitintervall, das vom Augenblick des Verbringens des Organs in die Reizstellung bis eben zum Sichtbarwerden der Krümmung verfließt; unter Umlagerungszeit die Zeit zwischen Einnahme der Reizstellung und der Lagerung der Körper auf der einen Flanke. Ist das erste Auftreten einer Krümmung schon nicht ganz leicht festzustellen, so bietet die genaue Bestimmung der Umlagerungszeit wegen der oben besprochenen, unregelmäßigen Verschiebungen der Körper, noch mehr Schwierigkeiten, und es bleibt dem subjektiven Ermessen immer ein gewisser Spielraum. Dennoch gelang es, bei der sehr beträchtlichen Differenz der beiden Zeiten unzweifelhaft nachzuweisen, daß die Umlagerungszeit stets kürzer ist als die Reaktionszeit, daß also, ganz in Übereinstimmung mit Giesenhagen, die Glanzkörper sich zuerst einseitig lagern und dann erst nach dem Verlauf einiger Zeit die Krümmung erfolgt, wie aus der folgenden Tabelle ohne weiteres ersichtlich:

Tabelle I.

Nr.	Datum.	Ablenkungswinkel.	Umlagerungszeit.	Reaktionszeit.	Zuwachs p. Stunde.
1.	24. II.	ca. 35°	55—75 Min.	120-150 Min.	0,048 mm
2.	25. II.	„ 90°	35 „	95 „	—
3.	4. III.	„ 90°	5 „	30 „	0.104 mm
4.	18. III.	„ 90°	10—17 „	40 „	0.088 „
5.	19. III.	„ 90°	10 „	30—35 „	0.092 „
6.	2. IV.	„ 90°	12 „	38 „	—
7.	6. IV.	„ 90°	—	25 „	0.120 mm
8.	7. IV.	„ 90°	5 „	20—25 „	0.116 „

Es tritt also die Umlagerung stets beträchtliche Zeit vor der Krümmung ein, auch, wenn man, wie es bei den Angaben der vorstehenden Tabelle geschehen ist, erst einseitige Lagerung annimmt, wenn alle Glanzkörper geschlossen der untern Zellwand anliegen.

Daß die Reaktionszeit von der Wachstumsgeschwindigkeit abhängt, war vorauszusehen; weniger einleuchtend erscheint, warum auch die Umlagerungszeit gleicher Weise bei langsamem Wachstum größer ist. Zuviel Bedeutung wollte ich jedoch dieser Übereinstimmung überhaupt nicht beimessen, denn einmal sind die Zuwachsdifferenzen gering, und dann erfolgte bei Nr. 7 und 8 aus später zu erörternden Gründen die Messung des Zuwachses nicht in der Reizlage, sondern nachträglich, als die Haare wieder in ihre natürliche Stellung gebracht werden.

Ferner geht aus den Zahlen der Tabelle hervor, wie mir auch weitere Vorversuche ergaben, daß einwandfreie Resultate nur mit gut wachsenden Haaren zu erzielen sind, weshalb ich

es mir zur Regel machte, stets vor Beginn der eigentlichen Versuche durch längere, ein- bis zweistündige, Beobachtung den Zuwachs in der Normallage zu bestimmen. Es wurden dann alle Rhizoide, bei denen dieser zu gering — etwa kleiner als 0,06 mm pro Stunde — erschien, verworfen. Ohne dieser Frage speziellere Untersuchungen zu widmen, glaube ich behaupten zu dürfen, daß bis zu 25 ⁰ und 26 ⁰ C. (in einem Falle vorübergehend 28 ⁰ C.) das Wachstum durch Temperatursteigerung beschleunigt wird; über die Wirkungen höherer Temperaturgrade stehen mir Daten nicht zur Verfügung; daß daneben noch andere Faktoren von Bedeutung sind, beweist wohl am schlagendsten die beifolgende kleine Tabelle, die den aus halbstündigen Zeichnungen berechneten, stündlichen Zuwachs zweier zufällig im Gesichtsfeld nebeneinander wachsender Haare angibt. Die Temperatur war durchweg 23⁰ und sank nur in der letzten halben Stunde auf ca. 20⁰ C.

Tabelle II.

Millimeter Zuwachs pro Stunde.

Haar I.	0,080	0,092	0,092	0,084	0,084	0,076	0,076	0,068
Haar II.	0,092	0,108	0,108	0,108	0,100	0,100	0,100	0,088

Also zeigte im Duchschnitt Haar I. eine Wachstumsgeschwindigkeit von 0,0815 mm, Haar II. von 0,1005 mm pro Stunde und doch kann eine größere Übereinstimmung aller äußeren Verhältnisse, wie in diesem Falle, kaum gedacht werden.

Wenn ich ferner noch mitteile, daß ich Zuwachsgrößen bis 0,124 — einmal sogar 0,150 mm pro Stunde — messen konnte, und daß bei einer Beobachtung von 0,124 mm ein im Gesichtsfelde quer liegender Algenfaden, der unverrückt blieb, jeden Verdacht eines Fehlers durch irgend eine Verschiebung beseitigte, so glaube ich damit über dies Thema, das nicht eigentlich in den Rahmen meiner Untersuchung fiel, genug gesagt zu haben [1]).

II. Präsentationszeit und Umlagerungzeit.

Als ich weiterhin die Vorgänge bei intermittierender Reizung, also periodischem Wechsel zwischen Reiz- und Ruhestellung, untersuchen wollte, bediente ich mich bei einem der ersten Versuche eines zu langsam (0,040 mm pro Stunde) wachsenden Haares, wodurch die Resultate irreführend wurden. Bei 10 Minuten Reiz- und 20 Minuten Ruhedauer trat eine Krümmung erst nach 1 Stunde und 40 Minuten ein, also nach viermaligem Horizontal-Legen = 40 Minuten Reizung). Dagegen wurde gerade durch dieses Objekt meine Aufmerksankeit auf eine andere Erscheinung gelenkt. Ich glaubte nämlich auch in der Ruhe-

[1]) In Giesenhagens Versuchen zeigten die Haare nach Fig. 4a seiner Tafel eine Zuwachsgröße von ca. 0,070 mm pro Stunde, was, wenn man berücksichtigt, daß seine Beobachtungstemperatur (17⁰) niederer lag als die meine in den angeführten Fällen, normal erscheint.

stellung eine Verstärkung der Krümmung wahrzunehmen und beschloß daher Versuche darüber anzustellen, ob es möglich sei, ein Haar nur kurze Zeit in der Reizstellung zu belassen, es dann, ehe die Krümmung begonnen hatte, in die Ruhelage zurückzuversetzen und zu beobachten, ob auch auf diese Weise eine Reaktion im Sinne des vorausgegangenen Reizes eintrete. Natürlich wurde das Benehmen der Glanzkörper während der Dauer des Versuches scharf im Auge behalten. In Fig. 4—7 der Tafel habe ich einen derartigen Versuch wiedergegeben, und lassen sich an Hand dieser Bilder die Verhältnisse wohl am besten übersehen. Sie wurden auf folgende Art gewonnen: Die Spitze eines geeignet erscheinenden Haares wurde eingestellt und dann der Objektträger durch schwaches Klopfen von der Seite her ein paar Mal leise erschüttert. Durch die Art der Schwingungen des Rhizoids ließ sich leicht entscheiden, ob dieses frei stand oder der Glaswand anlag. Im erstern Falle wurde das Haar gezeichnet (Fig. 4, 12^{04}) und ihm ein und eine halbe Stunde (bis 1^{34} Fig. 4) ungestörtes Wachstum in der Ruhelage gestattet. So wurde, wie oben erwähnt, die Brauchbarkeit des Haares geprüft (Zuwachs 0,1056 mm pro Stunde) und außerdem seine natürliche Wachstumsrichtung festgelegt, deren Kenntnis im weiteren Verlauf des Versuchs notwendig war. Um 1^{40} wurde der Objekttisch um 90° gedreht, wodurch das Haar in Horizontal-Stellung (Fig. 5, 1^{40}) kam, worin es 10 Minuten (bis 1^{50} Fig. 5) verblieb, um dann wieder in die Ruhelage gebracht zu werden (Fig. 6). Eine Krümmung war in diesem Augenblick noch nicht wahrzunehmen. Dieselbe trat jedoch bald ein, war 2^{00} Uhr erkennbar und 2^{15} ausgesprochen. Um ganz sicher zu gehen, daß es sich hier tatsächlich um eine durch den vorausgegangenen Reiz induzierte Reaktion handelt und nicht etwa durch einen unerklärlichen Zufall beim Zurückdrehen die Ruhelage nicht genau getroffen worden war — was ja gleichfalls einen Reiz auslösen mußte — wurde die Beobachtung mindestens solange fortgesetzt, bis die Gegenkrümmung einsetzte; in unserm Falle um 3^{00} Uhr (Fig. 6). Dieser Moment wurde bei allen Versuchen in derselben Weise abgewartet, obwohl diese Ängstlichkeit übertrieben erscheint, wenn man die Reaktionszeiten berücksichtigt. Denn wenn wirklich die oben geäußerte Befürchtung eingetroffen wäre, so hätte, wie aus den Reaktionszeiten bei geringer Ablenkung — um andere konnte es sich nicht handeln — hervorgeht, bis zum Auftreten der Krümmung ein viel längerer Zeitraum verfließen müssen.

Es erübrigt noch, das Verhalten der Glanzkörper bei unserm Versuch zu verfolgen. Wie Fig. 6 lehrt, liegen sie um 1^{40}, also eben bei Beginn der Reizung zentral, und um 1^{50}, eben vor dem Ende derselben, liegen sie geschlossen der physikalisch untern Zellwand an. In dieser Lage verblieben sie, auch als das Haar wieder in seine natürliche Stellung versetzt wurde, noch einige Zeit, um dann — inzwischen war die Krümmung eingetreten — langsam durch die Mitte nach der gegenüber liegenden Wand

zu sinken, wo sie den Reiz zur Gegenkrümmung auslösten; wenigstens macht die Betrachtung der Zeichnung ungezwungen diesen Eindruck. In Fig. 7 habe ich das Haar nochmals dargestellt, wie es um 4 Uhr, bei Beendigung des Versuchs, aussah. Man findet dort sofort die Stelle, an der mit ziemlich scharfem Knick die Krümmung beginnt, und dann die Zone, wo die langsamer und allmählich einsetzende Gegenkrümmung auftritt. Es muß die durch die Kürze der wachsenden Region bedingte Eigenschaft dieser Objekte, daß derartige, wenn auch nur schwache Wachstumskrümmungen dauernd fixiert und nicht wie bei höheren Pflanzen wieder ausgeglichen werden, als ein weiterer die Beobachtung ungemein erleichternder Vorzug derselben angesehen werden.

Durch derartige, wie ich glaube völlig einwandfreie Versuche, gelang es mir festzustellen, daß 25, 20, 15, 10 und auch noch 7 Minuten langes Verweilen eines rasch wachsenden Rhizoids in der Horizontalstellung genügt, um nachher in der Ruhelage eine Reizkrümmung zu veranlassen. Bei nur 5 Minuten andauernder Reizung wurden die Bilder undeutlich, zuweilen glaubte ich eine Krümmung erkennen zu können, doch war sie jedenfalls so schwach, daß ich bestimmte Angaben nicht mehr machen kann.

Auch die Glanzkörper waren in all diesen Fällen, wo eine Krümmung sichergestellt ist, während der Horizontallage an die physikalisch untere Seite der Zellwand gelangt und wanderten in der Normallage rascher oder langsamer (in einem Falle vergingen fast 30 Minuten — Zuwachs des Haares 0,0460 mm — bis sie richtig zentral lagen) wieder in die Mitte des Rhizoids resp. begaben sich infolge der durch die inzwischen eingetretene Reizkrümmung veranlaßten Ablenkung nach der gegenüberliegenden Seite.

Konnte durch die erste Versuchsreihe festgestellt werden, daß die Umlagerungszeit stets kleiner ist als die Reaktionszeit, so wurde jetzt gezeigt, daß die Präsentationszeit[1]) nicht geringer ist als die Umlagerungszeit, daß also auch diese ganzen Ergebnisse mit der Annahme einer Statolithenfunktion der Glanzkörper im Einklang stehen.

Danach nahm ich die Untersuchung der intermittierenden Reize wieder auf und wählte auf Grund der eben mitgeteilten Versuche die Reizdauer jetzt kürzer als die Präsentationszeit. Leider erhielt ich aus folgenden Gründen auch jetzt keine zuverlässigen Resultate. Einmal schienen die bei der häufigen Drehung unvermeidlichen Erschütterungen die Haare zu schädigen — es zeigte sich z. B. eine Anschwellung des vordern Endes — und dann traten die individuellen Verschiedenheiten derselben gerade hier besonders scharf hervor. So konnte ich einmal zwei Haare nebeneinander

---

[1]) Im Sinne von Czapek: Vorgang der geotropischen Reizperception in der Wurzelspitze. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. XIX. 1901. pag. 128) als: das kleinste Zeitmaß, für welches noch Perception durch das Reagens der Reizkrümmung nachweisbar ist.

beobachten, von denen das eine nach 55 Minuten (Reizdauer 3, Ruhedauer 7 Minuten; also nach 6maligem Umlegen, gleich 18 Minuten Reizstellung) deutlich gekrümmt war, während das zweite nach 73 Minuten, wenn überhaupt, nur eine ganz unmerkliche Ablenkung zeigte. Dabei ist für unser Thema die Tatsache von Interesse, daß die Glanzkörper in beiden Rhizoiden sehr bald in der untern Hälfte des Plasmas lagen, daß aber in dem ersten rascher wachsenden Haare, eben dem, das die ausgesprochene Krümmung zeigte, diese Einseitigkeit während der ganzen Dauer des Versuchs schärfer hervortrat, als in dem zweiten.

Es scheint dies mit ziemlicher Bestimmtheit für die Statolithentheorie zu sprechen. Auch in einem andern Fall konnte bei 3 Minuten Reizdauer und 12 Minuten Ruhe eine Krümmung konstatiert werden. Doch war dieses Haar an seinem vordern Ende abnorm verdickt, was sich wieder völlig ausglich, als nach dauerndem Verweilen in der Ruhelage die Gegenkrümmung ausgeführt war; auch hier befanden sich nach zweimaliger Reizung die Glanzkörper auf der Unterseite. Jedoch legte ich aus den oben erörterten Gründen diesen Versuchen nicht allzuviel Gewicht bei und setzte sie darum auch nicht weiter fort. Immerhin ist auch aus ihnen ein Beweis gegen die Hypothese nicht abzuleiten.

III. Das Studium des Verhaltens der Glanzkörper bei nur geringer Ablenkung des Rhizoids aus der Ruhelage ließ von vornherein nicht viel Aufschluß über ihre Funktion als Statolithen erwarten. Sie liegen nämlich, wie schon früher ausgeführt, niemals völlig still, und ist es darum schwierig, geringe Verschiebungen — um andere kann es sich bei schwacher Ablenkung nicht handeln — mit genügender Sicherheit festzustellen. Doch war der Reizkrümmung auch hier, in all den Fällen, wo dieselbe mit Bestimmtheit festgestellt werden konnte, jedesmal eine einseitige Stellung der Körper vorausgegangen. Des weitern glaube ich behaupten zu dürfen, daß bei nur kleinem Ablenkungswinkel die Reaktionszeit verlängert wird. Speziellere Versuche habe ich natürlich dieser Frage, die weiter von meinem Thema ablag, nicht gewidmet.

Überkrümmung, wie bei höheren Pflanzen, konnte ich nicht feststellen, und gebe in Fig. 8 eine zur Aufklärung dieses Punktes angestellte Versuchsreihe wieder. Ich darf jedoch nicht verschweigen, daß ich, wenn auch nur einmal Bilder, erhielt, die das Gegenteil zu beweisen schienen. Doch handelt es sich nur um einen einzigen Fall, und vermute ich, daß mir durch Reibung an der Glaswand verursachte Schwankungen Überkrümmung vortäuschten, denn daß ich sie in allen andern Versuchen übersehen haben soll, scheint mir, namentlich bei der Eigenschaft der Haare, Wachstumskrümmungen dauernd zu fixieren, äußerst unwahrscheinlich. Ausgeschlossen erscheint ja die Möglichkeit einer Überkrümmung im Hinblick auf die unter II mitgeteilten Nachwirkungserscheinungen nicht; anderseits wieder sehr wenig

wahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß bei höheren Pflanzen dieses Hinausgehen der Spitze über die Ruhelage doch wohl dadurch verursacht wird, daß basalwärts gelegene noch wachsende Teile sich in Reizstellung befinden, während die Spitze die Ruhelage schon erreicht hat.

IV. Versuche mit invers gestellten Haaren schienen endlich in ganz besonderm Maße dazu geeignet, ein helleres Licht auf unsere Frage zu werfen. Leider haben sich hierin meine Erwartungen, und zwar vorwiegend wegen technischer Schwierigkeiten, bis jetzt nicht erfüllt. Wenn auch eine jede Neigung der invers gestellten Haare nach der Seite, also innerhalb des Gesichtsfeldes, vermieden werden konnte, so blieb es doch mehr oder weniger dem Zufall überlassen, ob nicht eine solche nach vorn oder hinten, also aus dem Gesichtsfelde heraus, vorhanden war; und so krümmten sich in der Tat bei all meinen Versuchen die Haare aus dem Gesichtsfeld heraus, wie nach längerer Zeit dadurch festgestellt wurde, daß die Spitze und weiter rückwärts gelegene Partien nicht mehr gleichzeitig scharf gesehen werden konnten, sondern, daß dazu ein Wechsel der Einstellung notwendig war. Mit Sicherheit ging aus meinen bezüglichen Versuchen nur hervor, daß bei Invers-Stellung (oder doch einer Lage, die eine sehr starke Annäherung an diese darstellt) die Reaktion bedeutend länger auf sich warten läßt, als z. B. bei horizontaler Reizlage, wie auch Giesenhagen angibt. (So schien ein Haar erst nach fünf Stunden etwas aus dem Gesichtsfeld gebogen.)

Es erscheint mir unzweckmäßig diese Untersuchungen fortzusetzen, besonders in der Erwägung, daß, wenn wirklich eine Krümmung vor der einseitigen Lagerung der Glanzkörper einträte, man dies auf durch anormale Lage bewirkte Nutationen zurückführen könnte, und daß danach erst sekundär die einseitige Anhäufung und damit die eigentliche Reizkrümmung begänne.

V. In Sprossteilen der Charen, deren negativer Geotropismus sich bei den gleichen Kulturen dokumentierte, konnte ich keine der Schwerkraft folgenden Inhaltskörper finden. Gerade im Hinblick auf diese Untersuchung war es mir besonders unangenehm, daß meine Kulturversuche mit *Nitella* resultatlos verliefen, da diese Pflanze unzweifelhaft einen tieferen Einblick gestattet hätte.

Schließlich studierte ich noch junge, unentwickelte Sporangien von *Phycomyces nitens*, und zwar, ehe eine Anschwellung des vordern Endes eintrat. Hier war wegen der Veränderung des Plasmas im Wasser nur Untersuchung vom Objektträger-Kulturen in Luft möglich, wodurch natürlich die Bilder an Klarheit einbüßten. Es befindet sich bei diesen Sporangien kurz hinter ihrer Spitze eine Gruppe von gelblichen Öltropfen, die beim Horizontal-Legen des Sporangiums in die Höhe, bis zur physikalisch oberen Wand, steigen, die mithin ein geringeres spezifisches Gewicht besitzen als das sie umgebende Plasma.

Versuche wie mit den *Chara*-Rhizoiden konnte ich mit diesen Sporangien nicht anstellen, da sie neben ihrem negativen Geotropismus einen sehr starken positiven Heliotropismus besitzen und beim Beobachten unter dem Horizontal-Mikroskop durch das vom Spiegel her einfallende Licht in kurzer Zeit abgelenkt resp. zur Berührung mit dem Objektträger gebracht wurden. Ich muß also die Frage, ob es sich hier um Statolithen oder um Reservematerial für die kommenden Sporen handelt, ganz offen lassen, umsomehr, da es sich nicht um feste Einschlüsse, sondern um Flüssigkeitstropfen handelt.

Die vorliegende Untersuchung ergab also weder in ihrem ersten Teil — „Verbreitung der Stärkezellen" — noch in ihrem zweiten — „Versuche mit *Chara*" — einen Beweis gegen die Statolithentheorie. Ebensowenig war es mir allerdings möglich, ein zwingendes Argument für dieselbe vorzubringen, doch glaube ich, daß die Hypothese eben dadurch, daß trotz eingehenden Suchens keine ihr widersprechende Tatsache aufgefunden werden konnte, bedeutend an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Zusammenfassung.

1. Zellen mit beweglicher Stärke finden sich in den Stengelorganen aller zur Untersuchung gelangten Angiospermen, meist in Form einer Stärke-Scheide, daneben aber nicht selten auch in anderen Formen der Anordnung.

2. Ebenso lassen sich dieselben bei Gymnospermen (undeutlich begrenzte Scheide) Equiseten (Scheide) und Farnen (Grundgewebe; *Marsilia*, scheidenartig) feststellen.

3. Auch in geotropisch reizbaren Blütenteilen fanden sich Stärkezellen, soweit sie von mir untersucht wurden; eine Ausnahme bildet nach Wiesner *Clivia nobilis*.

4. Daß die Glanzkörper in der Spitze der Wurzelhaare von *Chara* als Statolithen fungieren, ist kaum zweifelhaft, da:
   a) die Umlagerungszeit, sowohl bei horizontaler Stellung des Rhizoids wie bei nur geringer Ablenkung aus der Ruhelage und auch — soweit untersucht — bei intermittierender Reizung stets kleiner ist als die Reaktionszeit.
   b) auch die Präsentationszeit nicht kürzer ist als die Umlagerungszeit.

5. In Sproßteilen von *Chara* konnte ich dem Zuge der Schwere folgende Körper nicht finden.

6. Ob die in jungen Sporangienträgern von *Phycomyces nitens* beobachteten, bei Horizontalstellung an die physikalisch obere Zellwand steigenden Öltropfen als Statolithen wirken, muß dahingestellt bleiben.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Strasburger für die Stellung der Aufgabe sowie das lebhafte, an dem Fortgang derselben bekundete Interesse meinen verbindlichsten Dank abzustatten.

Bonn, Juli 1903.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch den Blütenstiel von *Iris germanica*, die Verteilung der Gefäßbündel und die Anordnung der Stärkezellen (schraffiert) zeigend.
(Schwach vergrößert und etwas schematisiert.)

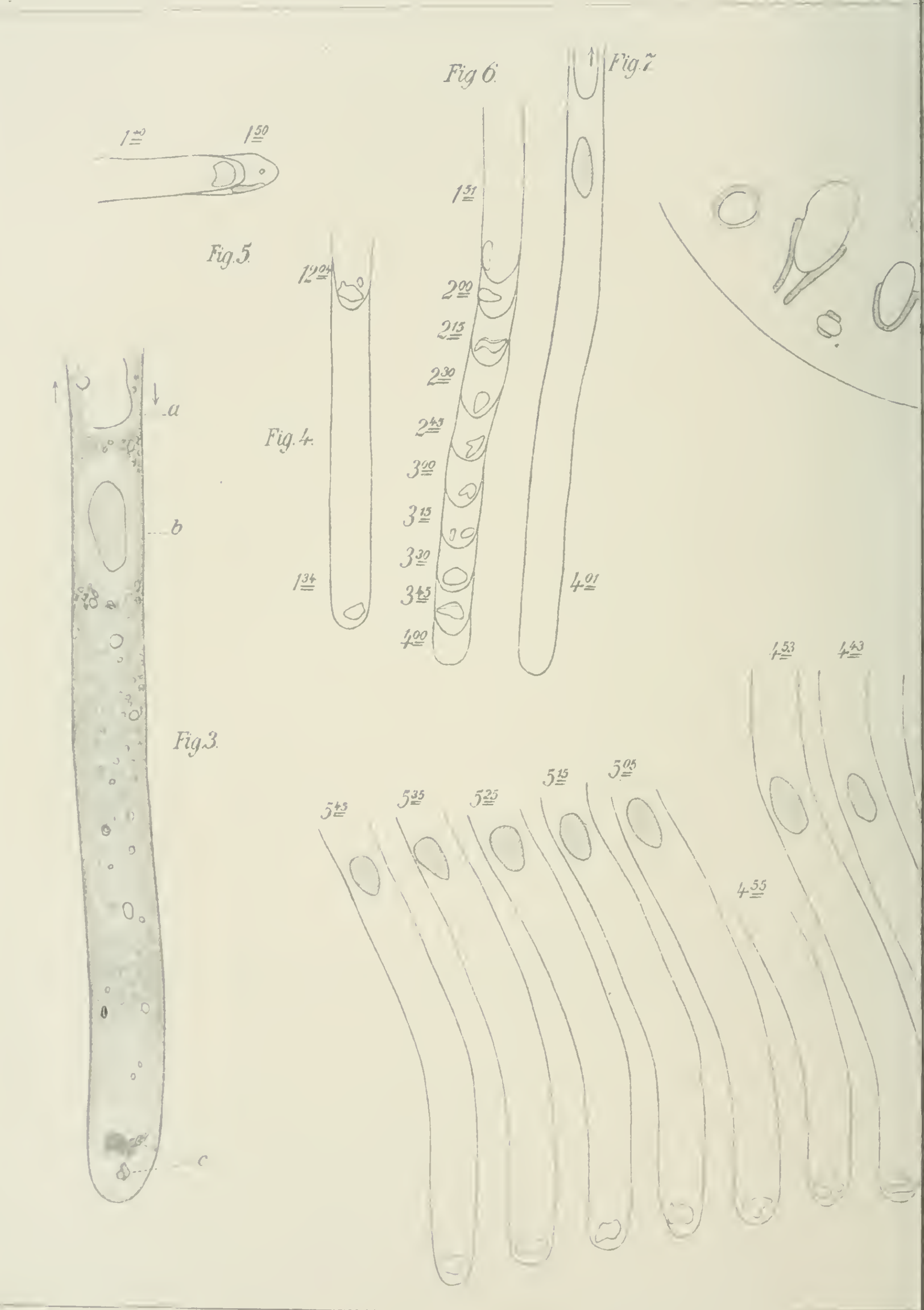
Fig. 2. Blütenstiel von *Papaver orientale*;
Darstellung wie in Fig. 1.

Fig. 3. Spitze eines Wurzelhaares von *Chara fragilis*. (Verg. 1 : 425)
bei a das strömende Plasma
„ b der Kern
„ c die Glanzkörper.

Fig. 4—7. Wurzelhaar von *Chara fragilis*.
Erklärung im Text pag. 283 und fgde. (Verg. 1 : 250).

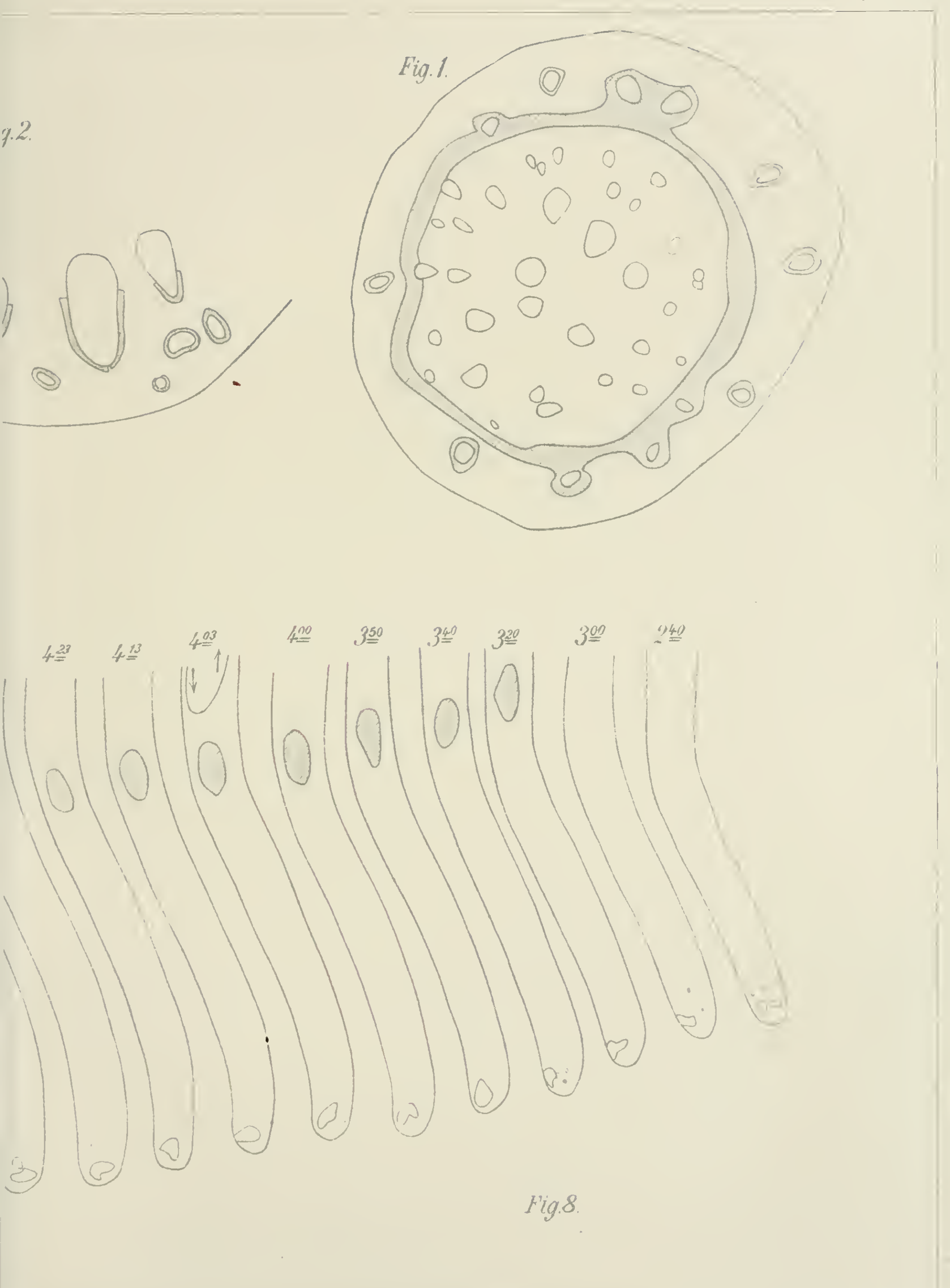
Fig. 8. Wurzelhaar von *Chara fragilis*.
Erklärung im Text pag. 285. (Verg. 1 : 250).





Schroeder del.

Verlag von Gust



ischer, Jena.

P. Weise, Lith., Jena.



Die gegliederten Blüten.

Von

J. Velenovský, Prag.

(Mit Tafel 14 u. 15.)

Die Blütenstiele einiger Pflanzengattungen sind mehr oder weniger tief unter der Blüte gegliedert. Dieser Gliederung wurde bisher von den Morphologen nirgends Aufmerksamkeit gewidmet, sie wurde nicht einmal bei den Pflanzenfamilien verfolgt und systematisch verwertet. Nur hier und da, wie z. B. bei *Asparagus*, *Anthericum*, *Rumex* wird die Lage der Blütengliederung zur Unterscheidung der einzelnen Arten verwendet.

Ich habe schon vor vielen Jahren die Gliederung der Blütenstiele bei mannigfaltigen Gattungen verglichen und einige Momente gefunden, welche mir auf eine einfache Gliederung der Blütenstiele nicht passen wollten. Erst den letzten Sommer habe ich dieses Thema wiederholt einer Prüfung unterzogen, wobei mir zahlreiche fremdländische, zum Teile auch exotische Gattungen des botanischen Gartens der böhmischen Universität gewünschtes Material geliefert haben.

Von den Systematikern und wohl auch von den Morphologen wird die Blütenstielgliederung so aufgefaßt, wie sie sich auf den ersten Blick präsentiert, nämlich, daß der Blütenstiel durch die Gliederung in zwei morphologisch homologe (gleiche) Abstände geteilt ist, daß folglich der Teil unter der Gliederung dem Teile oberhalb der Gliederung demselben Blütenstiele angehört.

Diese Deutung der Blütenstielgliederung ist aber unrichtig, denn wir werden im folgenden zeigen, daß überall, wo die Blütengliederung stattfindet, der Stielteil unter der Gliederung von dem Stielteile oberhalb der Gliederung morphologisch gänzlich verschieden ist.

Am deutlichsten gegliederte Blütenstiele findet man bei einigen *Liliaceen*, besonders bei den *Asparageen* und bei den *Anthericeen*. Bei *Anthericum Liliago* und *Asparagus officinalis* sind an den entwickelten Blüten die Blütenstiele, ein wenig unterhalb der Mitte, deutlich gefiedert (Taf. 14, 4, 7), der obere sowie der untere Teil ist vollkommen gleich gestaltet, nur bei

Anthericum ist der untere Teil etwas größer und von einer festeren Konsistenz. Auch die anatomischen Verhältnisse fand ich bei den genannten Arten in beiden Stielteilen gleich entwickelt. Mit *Anthericum* verwandte Gattungen, wie *Asphodelus Asphodeline* und *Chlorophytum* haben gleich gegliederte Blütenstiele (die übrigen Gattungen konnte ich nicht in lebendem Zustande untersuchen).

Alle *Asparageen* haben wie *Asparagus* gegliederte Blüten, es ist aber interessant zu verfolgen, wo sich die Gliederung der einzelnen Gattungen befindet. Bei *Convallaria* findet man die Gliederung dicht unter dem Perigon (Taf. 15, 9), bei *Majanthemum* verschmälert sich das Perigon ein wenig in einen kurzen Ansatz (Fig. 10), aber so, daß die Perigonzipfel sowie der Fruchtknoten vollkommen oberständig sind. Auch bei *Ruscus*, *Semele*, *Danaë* ist der erwähnte Ansatz kurz. Bei *Polygonatum* verlängert sich dieser Ansatz schon beträchtlich, so daß er bei *Pol. latifolium* ziemlich scharf als stielartiges Gebilde vom Perigon abgetrennt ist (Fig. 8). Stellen wir uns nun vor, daß dieser Ansatz von *Polygonatum* noch mehr verlängert ist, so erhalten wir die Gliederungsform der Gattung *Asparagus*.

Wir sehen daher, daß der obere scheinbare Stielteil von *Asparagus* nicht dem Stiele, sondern dem verschmälerten Perigon entspricht.

Daß die obere Stielpartie von *Asparagus* von der unteren morphologisch verschieden, oder daß sie von anderer Natur überhaupt ist, können wir schön auf dem Entwickelungsvorgange der Blüte vom jüngsten Stadium an verfolgen. In sehr jungem Stadium (Fig. 1) ist die untere Stielpartie nur 2 mal so lang als die obere. Nun wächst die untere Stielpartie so schnell, daß sie bis dreimal so lang wird als die obere Stielpartie (Fig. 2, 3), welche sehr wenig und langsam weiterwächst. Wenn die untere Stielpartie vollkommen entwickelt ist und in ihrem Wachstum aufhört, verlängert sich rasch die obere Stielpartie, so daß sie endlich der unteren gleicht oder dieselbe sogar übertrifft (Fig. 4). Aus dieser Entwickelung ist also deutlich erkennbar, daß beide Stielpartien nicht homolog sind.

Noch auffallender ist dieser Entwickelungsvorgang beim *Anthericum ramosum* (Fig. 5, 6), wo im jüngsten Stadium die obere und untere Stielpartie ungefähr gleich sind. Während der Blütenentwickelung verlängert sich aber die obere Stielpartie viermal so lang als die untere!

Bei *Anthericum Liliago* sieht man weiter, daß die obere Stielpartie deutlich herablaufende, gleich gefärbte Perigonzipfel enthält, während die untere Stielpartie ganz rundlich ist.

Infolge aller dieser Umstände können wir nicht zweifeln, daß die obere Stielpartie bei den gegliederten Blüten dem Perigon, die untere Stielpartie dem Stiele angehört. Diese Deutung wird auch durch die mit *Anthericum* verwandte Gattung *Hemerocallis* bestätigt. Das Perigon von *Hemerocallis* (Fig. 13, 14) ist bekanntlich am Grunde verschmälert und verwachsen, so

daß es an der Basis eine röhrige Form erhält. Der Fruchtknoten sitzt an der Basis der Blütenröhre (also oberständig), die Blütenröhre ist aber vom Blütenstiele scharf abgegliedert. Wenn die Blütenröhre solid wäre, der Fruchtknoten auf einem langen Karpophor säße und das Karpophor mit der soliden Blütenröhre verwachsen wäre, so erhielten wir die gegliederte Blüte des *Anthericum.* Wir müssen daher annehmen, daß die oberhalb der Gliederung verlängerte Blütenbasis aus der Blütenachse und aus dem diese umhüllenden Perigon zusammengesetzt ist. In der Hülle sind auch Staubfäden enthalten, wiewohl dieselben durch keine Spuren angedeutet sind. Bei der genannten *Hemerocallis* müssen die Staubfäden unter dem Fruchtknoten entspringen und mit der Perigonröhre verwachsen, indem man nicht voraussetzen kann, daß die Staubgefäße als umgeänderte Phyllome aus den Perigonphyllomen hervorgehen.

Sehr interessant und der Konstruktion der Blüte von *Hemerocallis* und *Anthericum* wohl entsprechend ist die Blüte der Gattung *Asphodeline.* Bei *A. liburnica* z. B. finden wir ein ähnliches Perigon wie bei *Anthericum*, nur sind die Perigonblätter an der Basis ganz wie bei *Hemerocallis* verwachsen. Die auf solche Weise entstandene Röhre läuft dann allmählich an der Blütenachse herab und ist etwa unterhalb der Stielmitte gegliedert. Die Blüte von *Asphodeline* bildet daher einen schönen Übergang zwischen *Hemerocallis* und *Anthericum.*

Auf diese Weise gelangen wir zu einem neuen morphologischen Begriffe, welcher mit dem Blütenbecher (*Hypanthium*) zwar verwandt ist, von diesem aber hauptsächlich dadurch abweicht, daß die Perigonröhre mit der Blütenachse zusammenwächst, der Blütenbecher aber frei den Fruchtknoten umgibt oder mit dem Fruchtknoten zusammenwächst, wodurch ein sogenannter unterständiger Fruchtknoten entsteht.

Dieses neue Blütengebilde mag die Benennung „Perikladium“ tragen.

Wie es in einem Blütenbecher anatomisch schwerlich nachzuweisen ist, ob derselbe aus Staubfäden und aus Kelch- und Kronenblättern zusammengesetzt ist, so wird es wohl auch schwer fallen, anatomisch im Perikladium das Perigon und die Staubfäden nachzuweisen. Übrigens könnten hier berufene anatomische Fachleute ein treffliches Material zum Studium finden.

Die morphologische Deutung der Blütenbecher, welche zumeist mit dem flach ausgebreiteten Blütenboden (*Receptaculum*) identifiziert werden, findet bei den Autoren mannigfaltige Erklärung (vergl. z. B. die betreffenden Familien in Englers „Pflanzenfamilien“, Warmings „Handb. der system. Botanik“, Pax „Morphologie der Pflanzen“ usw.). Die meisten Botaniker halten z. B. den Blütenbecher der *Rosaceen* für eine becherartig ausgebildete Achse, auf welcher die Staubfäden, die Korolle und der Kelch sitzen. Wenn man die verschiedenen Gattungen der *Rosaceen* vergleicht, wo der Blütenbecher allmählich mit den Karpellen zusammenwächst und auf diese Weise einen unter-

ständigen Fruchtknoten bildet, so scheint uns doch diese Deutung recht unwahrscheinlich zu sein, indem man sich Karpelle (also Phyllome) vorstellen soll, welche von einer flachen Achse umwachsen sind. Dasselbe kommt auch bei den *Umbelliferen*, *Saxifragaceen* usw. vor. Daß alle diese Blütenbecher nur einem Gebilde entsprechen, welches aus den Staubfäden, der Korolle und dem Kelche (also lauter Phyllomen) zusammengewachsen ist, bestätigen zahlreiche morphologische Tatsachen, am besten aber die Abnormitäten, bei welchen sich der bestreitbare Blütenbecher in einen oberständigen Fruchtknoten und freiblättrige unterständige Kelche, Korollen und Staubgefäße auflöst (so bei *Rosa*, *Potentilla*, *Saxifraga*, bei verschiedenen *Umbelliferen* usw.).

Unter den *Liliaceen* haben ebenfalls gegliederte Blüten die *Dracaenoideen*. Bei der Gattung *Dracaena* ist das Perigon röhrig verwachsen, den Fruchtknoten dicht umschließend und dann ganz allmählich unter dem Fruchtknoten an der Achse herablaufend, so daß das Perikladium evident mit dem Perigon und mit der Blütenachse zusammenfließt. Die Gliederung befindet sich kurz unter dem Perigon.

Die Blütengliederung mit den Perikladien ist allgemein bei den *Polygonaceen* entwickelt. Bei der Gattung *Rumex* befindet sich die Gliederung nicht hoch oberhalb der Stielbasis, während das Perikladium als dünner langer Stiel weit vorgezogen ist. Der eigentliche Stiel wird bei der Fruchtreife stärker, und das Perikladium biegt sich kniеartig herab.

Höchst merkwürdige Momente zur Deutung des Perikladiums bietet uns die Gattung *Polygonum*. Die Gliederung befindet sich bei einigen Arten dicht unter dem Perigon (*P. Bistorta*), bei andern in der Mitte (*P. Fagopyrum*), bei andern endlich unter der Mitte des Blütenstieles. Das *P. baldschuanicum* (Taf. 15, 15) und andere (kletternde) verwandte Arten haben die Gliederung unter der Blütenstielmitte. Das Perigon läuft ganz allmählich an der Blütenachse bis zur Gliederung herab, so daß die flügelartigen Rücken der drei äußeren Perigonblätter ein ebenfalls dreiflügeliges und ähnlich gefärbtes Perikladium bilden, während der eigentliche Blütenstiel grün und rundlich ist.

Die Gattung *Rheum* (Fig. 18) hat ebenfalls einen kurzen Blütenstiel und ein sehr lang vorgezogenes Perikladium, welches ganz allmählich in das Perigon übergeht und gleich gefärbt ist.

Wenn nun bei dem *Rumex* der Blütenstiel und das Perikladium ziemlich gleichförmig entwickelt vorstehen, so kann man bei dem erwähnten *Pol. baldschuanicum* und den *Rheum*-Arten keinen Augenblick daran zweifeln, daß die Blütenstielpartie oberhalb und unterhalb der Gliederung von ganz heteromorpher Natur ist.

Die meisten *Euphorbiaceen* scheinen sämtlich gegliederte Blüten zu haben, selbst die Gattung *Euphorbia* besitzt eine deutliche Gliederung in den männlichen sowie in den weiblichen Blüten. Beachtenswerte Verhältnisse zeigt uns die gemeine

Mercurialis annua. Das Perigon der männlichen Blüte ist am Grunde rasch in kurzes aber deutliches Perikladium verschmälert. Die Rückennerven der Perigonblätter sind sehr fein und kaum hervortretend (Fig. 2). In der weiblichen Blüte ist das Perikladium unter dem Perigon fast unentwickelt, die Gliederung aber dicht unter dem Perigon scharf erkennbar. Die Perigonblätter haben einen scharf und kielig vortretenden Rückennerven, welcher bis zur Gliederung reicht, woraus wir schließen können, daß das Perigon, welches ein wenig oberhalb der Basis zusammengewachsen ist, dicht bei der Gliederung anfängt. Weil nun dieselbe Gliederung und dasselbe Perigon in der männlichen Blüte vorkommt, so ist es wohl klar, daß das beträchtlich entwickelte Perikladium an der männlichen Blüte ebenfalls dem Perigon angehört.

Die Gattung *Phyllanthus* hat allgemein gegliederte Blüten. In den Glashäusern häufig kultivierte Art *Ph. glaucescens* H. B. ist in dieser Beziehung lehrreich. In der Blattachsel (Fig. 6, B) sitzt ein sehr kurzer grüner Blütenstiel (b), von welchem sich ein sehr langes, fadendünnes Perikladium (p) abgliedert, welches aber schön rot gefärbt ist und hierdurch auffallend vom Blütenstiele absticht. Das rote Perikladium geht ganz allmählich in ein ebenso rot gefärbtes Perigon über, so daß hier wieder die Zusammengehörigkeit des Perigons und des Perikladiums unbestreitbar ist. Bei der Art *Ph. lathyroides* Bth. ist das Perikladium zwar grün, wie das Perigon und der Blütenstiel, es ist aber durch die drei herablaufenden Perigonalrückennerven scharf dreikantig, wodurch wieder der Zusammenhang des Perikladiums und des Perigons schön markiert wird.

Wenn wir annehmen, daß das Perikladium nur ein an der Basis stielartig verlängertes Perigon darstellt, so dürfen demgemäß am Perikladium keine Brakteen oder Phyllome, von welcher Form immer, sitzen. Es können ja doch nicht Blätter aus Blättern hervorwachsen. Diese Brakteen oder Brakteolen oder Vorblätter (α, β), welche so häufig der Blüte vorausgehen, müssen folglich immer unterhalb der Gliederung in den gegliederten Blüten dem Blütenstiele aufsitzen. Dies fand ich wirklich bei allen gegliederten Blüten, welche ich untersucht habe. Also auch bei dem genannten *Phyllanthus* sitzen diese zwei Vorblätter (α) dicht unter der Giederung auf dem Blütenstiele (b).

Die Blüten des *Cneorum tricoccum* (Taf. 14, 17) sind dicht unter dem Kelche gegliedert, der eigentliche Blütenstiel ist aber sehr lang.

Deutlich gegliederte Blüten besitzen weiter sämtliche *Urticaceen* und *Cannabineen.* Die männliche Blüte der *Cannabis sativa* (Taf. 15, 3) ist lang und dünn gestielt und dicht unter dem Perigon gegliedert, so daß ein Perikladium kaum entwickelt ist. Der Blütenstiel ist gewöhnlich violett gefärbt, während die Partie oberhalb der Gliederung grün ist. Ähnlich gegliederte Blüten besitzt die Gattung *Humulus.*

Schöne und überzeugende Verhältnisse haben wir in den Blüten der *Urtica urens.* In der weiblichen Blüte (Taf. 15, 4) bilden die grünen Perigonblätter an der Basis einen dicken grünen Ansatz, welcher deutlich von derselben Konsistenz und Natur ist, wie das Perigon selbst: er ist aber solid (nicht becherartig) und stellt demnach ein Perikladium dar, welches scharf von dem Blütenstiele abgegliedert ist. Hier kann auf den ersten Blick niemand zweifeln, daß das Perikladium und das Perigon ineinander übergehen und von derselben Natur sind. Trotzdem aber findet man in der männlichen Blüte derselben Art (Fig. 5) ein stielartig, sehr dünn vorgezogenes Perikladium, welches vom Blütenstiele habituell gar nicht abweicht. Da nun die Blütenverhältnisse bei der männlichen und der weiblichen Blüte bei derselben Art (und hier sogar bei demselben Individuum) nach demselben Plane gebaut sind, so müssen wir auch annehmen, daß das stielartige Perikladium der männlichen Blüte der *Urtica urens* dem kurzen mit dem Perigon deutlich zusammenfließenden Perikladium der weiblichen Blüte gleicht. Die Blüten von *Urtica urens* allein erklären daher am besten die Deutung der Perikladien.

Die gegliederten Blüten sind weiter in der Familie der *Cucurbitaceen* verbreitet. Die Gliederung findet hier bei den männlichen Blüten gewöhnlich nicht weit unter dem Perigon statt, welches hier in einen Blütenbecher verwachsen ist. Nur bei *Cyclanthera* fand ich ein stielartig verlängertes Perikladium. Bei den weiblichen Blüten findet sich die Gliederung dicht unter dem unterständigen Fruchtknoten. Nirgends bei den weiblichen Blüten gliedert sich der Blütenbecher von dem unterständigen Fruchtknoten ab, obwohl er von demselben stielartig abgeschnürt ist. Es ist auch leicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß der unterständige Fruchtknoten aus dem eigentlichen Fruchtknoten und dem diesen umhüllenden Blütenbecher zusammengesetzt ist.

In den männlichen Blüten ist die Korolle und der Kelch in einen Becher zusammengewachsen, und am Boden des Blütenbechers sitzt zumeist ein verkümmerter Fruchtknoten. Durch diesen Umstand wird es am besten festgestellt, daß erstens der unterständige Fruchtknoten mit dem Blütenbecher zusammenwächst, und zweitens, daß die Gliederung nur unter dem Fruchtknoten der weiblichen Blüte stattfinden kann. Bei der Gattung *Ecballium* fallen die reifen Früchte in der Gliederung vom Blütenstiele ab.

Die Gattung *Linum* hat auch gegliederte Blüten, die Gliederung befindet sich nicht weit unter dem Kelche und ist nur schwach angedeutet. Wenn die Blüte nach dem Verblühen keine Fruchtkapsel entwickelt, fallen überall die abwelkenden Blüten in der Gliederung ab. Die Gliederung bei *Linum* ist auch deswegen beachtenswert, weil hier die Blüten terminal und nicht selten lang gestielt sind.

Die *Solanaceen* besitzen bald gegliederte, bald ungegliederte Blüten. Die Gattung *Solanum* hat sämtlich gegliederte Blüten, wobei die Gliederung in verschiedener Höhe des Blütenstieles

erscheint. Bei *S. Dulcamara, S. nigrum, S. Wendlandi* und *S. pseudo capsicum* liegt die Gliederung an der tiefsten Basis, so daß die Blüte scheinbar ungegliedert ist. Die Blüte fällt aber durchweg in dieser Gliederung ab. Bei *S. tuberosum* liegt die Gliederung in der Mitte des Blütenstieles.

Auch die Gattungen *Vitis* und *Cissus* haben gegliederte Blüten. Als Beispiel führen wir die *V. Thunbergii* S. Z. (Taf. 15, 8) an. Die Blüten sind sympodial geordnet, so daß der Blüte *k*, *k'* eine gegenständige Braktee *b* angehört. Das Perikladium ist sehr stark (in Form eines scheinbar unterständigen Fruchtknotens) und endet mit einem scharfen Rande, welcher den Kelch darstellt. Die Gliederung befindet sich dicht an der Basis, wo auch die Blüte sehr leicht abfällt. Unter der Gliederung sieht man wieder die zwei Vorblätter α, β.

Bei den *Malvaceen* kommt allgemein die Gliederung der Blütenstiele vor. Wir finden sie gewöhnlich in der Mitte des Blütenstieles, bei *Althaea cannabina* ist sie aber bis dicht unter die Blüte hinaufgerückt, bei *Sidalcea* liegt sie umgekehrt an der Basis des Blütenstieles, so daß dieser wie ungegliedert erscheint. Bei *Hibiscus gossypinus* liegt die Gliederung etwa in der Mitte des Blütenstieles (Taf. 15, 13), wobei der untere Stielteil kahl, der obere aber abstehend behaart ist, wodurch wiederum die heteromorphe Natur der beiden Teile anschaulich angedeutet ist.

Wir haben schon festgestellt, daß die Vorblätter (prophylla), wenn sie bei den gegliederten Blüten vorkommen, durchweg nur auf dem Blütenstiele unterhalb der Gliederung sitzen können, eben aus dem Grunde, weil der obere Teil der Gliederung zum Perigon gehört und demnach keine Blätter, infolgedessen auch keine Vorblätter tragen kann.

Bei den *Malvaceen* nun finden wir einen Außenkelch (Involucrum), welcher aus einer Anzahl (3, 5, 6, 10) gleich großer Vorblätter besteht. So wenigstens wird gewöhnlich der Außenkelch der *Malvaceen* gedeutet, so wird er auch von Eichler (Blütendiagram. p. 286) erklärt. Wenn es tatsächlich Vorblätter wären, so würde dadurch unsere Perikladiumtheorie wohl ernst erschüttert.

Ich habe sorgfältig alle *Malvaceen*, welche mir in lebendem Zustande zur Verfügung standen, untersucht und bin zu dem überraschenden Resultate gekommen, daß den Außenkelch der *Malvaceen* keine Vorblätter, sondern nur Nebenblätter, welche als solche den Sepalen angehören, darstellen. Diese Deutung des Außenkelches der *Malvaceen* haben schon die Franzosen Payer und Clos verteidigt, wogegen Eichler (l. c.) dieselbe jedoch schroff bekämpft und als unzulässig bezeichnet.

Für die stipuläre Deutung des Außenkelches der *Malvaceen* sprechen folgende Punkte:

1. Der Außenkelch ist bei allen Gattungen der *Malvaceen* überall dicht mit dem Kelche verbunden, die einzelnen Blätter steigen sogar ziemlich hoch (so bei manchen *Malven*) am Kelche empor. Wenn es Vorblätter wären, so würden wir erwarten,

wenigstens bei einigen Gattungen, daß der Außenkelch tiefer unter dem Kelche säße und der Kelch von demselben stielartig abgetrennt wäre. Höchst interessante Verhältnisse finden wir in dieser Beziehung bei der Gattung *Napaea*. Hier (*N. laevis* L.) sitzen auf dem glockenförmigen fünfzipfeligen Kelche 2—5 sehr kleine Blättchen, welche mit dem Kelche hoch verwachsen sind und deutlich hinter dem Winkel der Kelchzipfel stehen — also ganz auf dieselbe Weise, wie es bei *Potentilla* der Fall ist. In jungen Knospen sind die fünf Kelchzipfel miteinander verbunden, während die kleinen Blättchen frei abstehen, woraus zu ersehen ist, daß diese Blättchen dem Außenkelche der übrigen *Malvaceen* gleichen. Die stipuläre Beschaffenheit des Außenkelches bei der genannten *Napaea* kann daher keineswegs geleugnet werden. Es ist sonderbar, daß der interessante Außenkelch der *Napaea* von den Autoren nirgends erwähnt wird; Eichler behauptet sogar, daß die *Napaea* keinen Außenkelch besitzt[1]).

2. Bei der Gattung *Abutilon*, wo nur ein einfacher Kelch ohne Außenkelch vorkommt, erscheinen nicht selten 1—2 kleine Brakteen am Ende des echten Blütenstieles dicht unter der Gliederung. Die zwei Blättchen sind nun die echten Vorblätter (α, β), welche nur hier, unter der Gliederung, und nicht am Kelche ihren Platz haben können.

3. Nirgends unter den *Malvaceen* finden wir den Fall, wo aus einem Involukralblatte ein Achselsproß oder eine Achselknospe hervorginge. Bei den Hochblättern könnte man solche Achselsprosse erwarten. Am Grunde des Blütenstieles der *Alcea* und *Malva* sitzen häufig seitliche Blättchen, welche gewöhnlich eine verkümmerte Blattspreite tragen und infolgedessen nur zwei Nebenblättchen zeigen, aus deren Achsel ein Sproß oder eine Blüte entspringt.

4. Es ist interessant zu beobachten, wie die großen Nebenblätter an der Basis der Blattstiele am Stengelende (so z. B. bei *Malva* und *Alcea*) mit ihren Rändern die Blattstielbasis umfassen (!), so daß die Stielbasis auf die Innenseite, die Nebenblätter auf die Außenseite zu stehen kommen. Es ist nun leicht begreiflich, warum die Hüllblätter des Außenkelches ebenfalls den äußern, die Kelchblätter den innern Kreis bilden, wenn wir die erstern für Nebenblätter halten.

5. Bei den Arten, welche große Nebenblätter besitzen, findet man am Stengelende sowie an den Blütenbüscheln (z. B. *Malva crispa*) Hüllblätter von derselben Form, Größe, Konsistenz und Nervation wie die nächsten Nebenblätter.

[1]) In Englers „Pflanzenfamil." wird von Schumann auch kein Hüllkelch für die *Napaea* angegeben. Übrigens kann der Leser nicht verstehen, was Schumann unter den „Brakteolen" und unter dem Hüllkelche bezeichnet hat, wenn er auf S. 31 sagt: „Er (Hüllkelch) wird als ein Aggregat von Brakteolen betrachtet, die in der gewöhnlichen Weise nach Art von Vorblättern an das Tragblatt der Blüte anschließen". Auf S. 42 wird aber für die Gattung *Plagianthus* folgende Diagnose beigefügt: „Eigentlicher Hüllkelch 0, die Brakteolen, wenn vorhanden, vom Kelche abgerückt".

6. Dort, wo 10 Hüllblätter vorkommen (*Hibiscus*, *Pavonia*), oder wo 6 Hüllblätter den fünfzähligen Kelch umgeben, oder wo 3 Hüllblätter hinter dem fünfzähligen Kelche stehen, können wir wohl nicht bestimmt sagen, wie man diese Zahl auf die Zahl der Nebenblätter zurückführen soll. Bei *Malva rotundifolia*, *crispa* u. a. findet man stets 3 Hüllblätter, welche überall mit den Kelchblättern abwechseln. Bei *Alcea rosea* u. a. ist es weiter beachtenswert, daß die Nebenblätter an den Stützblättern ganz ähnlich geteilt sind wie die Hüllblätter des Außenkelches. Bei *Althaea cannabina* findet man nicht selten einzelne Hüllblätter, welche sich allmählich spalten und so ihre Anzahl verdoppeln. Aus diesem Verhalten ist es nun sehr wahrscheinlich, daß die Hüllblätter des Außenkelches entweder einfache oder aus zweien zusammengewachsene Nebenblätter darstellen, welche sich jedoch nicht auf allen Kelchblättern entwickelt haben, oder daß die mehrzähligen Hüllblätter den geteilten Nebenblättern entsprechen. Wenn sie bei *Pavonia* oder *Hibiscus* einen zehnzähligen Kreis bilden und abwechselnd die Kelchblätter decken, so sehen wir darin nur das allgemein geltende Gesetz der vorteilhaftesten Alternation in der Blütenkonstruktion.

Beachtenswert sind diejenigen *Malvaceen*-Arten, welche an den Stengelblättern entweder keine oder sehr kleine Nebenblätter tragen. So haben wir z. B. die *Sida*- und *Anoda*-Arten, wo keine oder sehr kleinliche Nebenblätter vorkommen, und wo gleichzeitig auch der Außenkelch fehlt. Regelmäßig sind die Blätter des Außenkelches den Nebenblättern am Stengel ähnlich. Bei den *Alcea*- und *Kitaibelia*-Arten sind sie breiteiförmig wie die Stengelnebenblätter, bei den *Hibiscus*-Arten dagegen borstenförmig wie die Stengelnebenblätter (Taf. 15, 14).

Aus allen diesen Umständen können wir daher schließen, daß der Außenkelch der *Malvaceen* aus einer verschiedenen Anzahl von einfachen oder geteilten Nebenblättern, welche den Kelchblättern angehören, besteht. Die Deutung dieses Außenkelches ist demnach dieselbe wie bei den Gattungen *Potentilla*, *Fragaria* usw. Diese wissenschaftliche Frucht verdanken wir zunächst unserer Perikladiumtheorie.

Nachdem wir im vorhergehenden die Deutung der Gliederung der Blütenstiele hinlänglich erläutert haben, gelangen wir zur Beantwortung der Frage, welche die biologische Funktion dieses Organs betrifft.

Die meisten Blüten sind ungegliedert, so daß die Gliederung und Entwickelung des Perikladiums eine Ausnahme von der Regel bildet. Die gestielten Blüten entfalten ihre Perigonblätter dort, wo sie wirklich an der Blütenachse beginnen, wodurch der Stielteil unter dem Perigon bloß der Achse angehört. Die Entwickelung des Perikladiums scheint biologisch bedeutungslos zu sein, indem wir gesehen haben, daß es nicht selten in ein und derselben Gattung entweder stark oder ganz unmerklich entwickelt ist. Viel wichtiger für das Leben der Pflanze ist wohl die Gliederung selbst.

Wir konnten überall konstatieren, daß die Blütengliederung nur in reichblütigen Infloreszenzen vorkommt. Wir kennen bisher kein Beispiel, wo eine einzeln am Stengel stehende Blüte gegliedert wäre. Dann kommt die Gliederung in solchen Blüten vor, welche nach der Fruchtreife eine Achäne im Perigon so einschließen, daß diese nicht herausfallen kann (*Polygonum*, *Rumex*, *Cannabis*. *Urtica*). Um also das Herabfallen und die Verbreitung der nicht spaltbaren Früchte zu ermöglichen, trennt sich die Frucht samt dem Perikladium von der Gliederung ab.

In manchen Fällen paßt jedoch diese Erklärung auf die gegliederten Blüten nicht. So z. B. bei *Asparagus* oder *Anthericum*, wo einerseits eine Beere, andererseits eine mehrsamige aufspringende Kapsel als Frucht entwickelt ist, obwohl die Blüte deutlich gegliedert erscheint. Ich fand auch an beiden genannten Gattungen fruchtende Exemplare, deren Früchte sich nicht einmal mit Gewalt von der Gliederung abtrennen ließen. In solchen Fällen möchte ich glauben, daß man in der Gliederung und in dem Perikladium nur ein nicht mehr fungierendes Organ ansehen kann, welches nur eine atavistische Abstammung von gegliederten Ureltern kennzeichnet.

Und tatsächlich können wir weiter feststellen, daß die Entwickelung des Perikladiums und der Blütengliederung ganze verwandtschaftliche Gruppen charakterisiert, und daß beide für die Beurteilung der verwandtschaftlichen Beziehungen als der beste Leitfaden dienen.

Es ist gewiß interessant, daß einige Familien ausnahmslos gegliederte Blüten aufweisen, während andere Familien nur in einigen Gattungsgruppen gegliederte Blüten besitzen. Zu den letztern gehören auch die *Liliaceen*, wo man eigentlich eine Revision aller Gattungen anstellen sollte, um auf Grundlage der Blütengliederung die Systematik dieser Familie zu korrigieren.

Die Blütengliederung kann aber noch eine andere Funktion haben. Wir haben bei allen Infloreszensen mit gegliederten Blüten gefunden, daß viele Blüten vor der Fruchtreife, manchmal bald nach dem Verblühen verwelken und in der Gliederung herabfallen. Diese Einrichtung ist wohl für die stattliche und gesunde Entwickelung der übrigen Blüten zur Frucht sehr nützlich. Wir glauben daher, daß die Gliederung dazu dient, damit durch dieselbe der Zufluß des Ernährungssaftes im Blütenstiele in schwache und vielleicht auch nicht befruchtete Blüten verhindert werde. Infolgedessen verwelkt die Blüte in kurzer Zeit und fällt ab, um den üppig wachsenden Nachbarn Platz zu machen.

Wie die meisten Theorien auf dem Gebiete der Biologie ihre schwachen Seiten haben, so geben wir gern zu, daß die von uns hier gegebene Erklärung der Blütengliederung noch manche Verbesserungen erfahren kann; wir wollten hiermit nur auf ein noch nirgends berührtes Moment im Blütenleben aufmerksam machen.

Die kurz zusammengefaßten Hauptgedanken der vorliegenden Abhandlung sind folgende:

1. Die gegliederten Blütenstiele sind aus zwei heteromorphen Teilen zusammengesetzt, von welchen der untere dem eigentlichen Blütenstiele, der obere dem herablaufenden Perigon entspricht.

2. Dies folgt aus der Vergleichung verwandter Gattungen, wo das Perigon allmählich an der Blütenachse herabläuft, dann aus der Vergleichung der diklinen Blüten, wo bei einem Geschlecht das Perigon nicht verlängert ist und die Gliederung dicht unter dem Perigon sich befindet, während beim andern Geschlecht das Perigon stielartig verlängert vorkommt; weiter aus jenen Blüten, deren Perigon sich allmählich stielartig verschmälert, die obere Stielpartie aber wie das Perigon geformt, gefärbt oder behaart ist, während die untere Partie unter der Gliederung ganz anders geformt. gefärbt und behaart erscheint, endlich aus der Wachstumsweise der beiden Stielteile.

3. Der obere Blütenstielteil besteht daher aus dem herablaufenden Perigon, welches auch Staubfäden enthält und mit dem Karpophor zusammengewachsen ist. Diesem neuen morphologischen Begriffe, welcher sich dem Blütenbecher und dem unterständigen Fruchtknoten anschließt, wird die Benennung „Perikladium" gegeben.

4. Die Blütenstielgliederung charakterisiert ganze Gattungen oder ganze Gattungsgruppen oder ganze Familien und dient als guter Leitfaden zur Beurteilung der verwandtschaftlichen Beziehungen.

5. Die Blütenstielgliederung dient dazu, damit die schwachen und nicht befruchteten Blüten (indem sie bald verwelken und abfallen) nach dem Verblühen den stark ausreifenden Nachbarblüten Platz machen oder, damit die nicht spaltbaren Früchte in der Gliederung abfallen.

6. Weil das Perikladium den zusammengewachsenen Phyllomen entspricht, so können auf demselben keine Brakteen oder Vorblätter erscheinen. Diese müssen demzufolge, wenn sie entwickelt sind, unter der Gliederung stehen.

7. Infolgedessen kann der Außenkelch der gegliederten Blüten der *Malvaceen* nicht den Vorblättern, sondern den Nebenblättern, welche dem Kelche selbst angehören, entsprechen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel 14.

Fig. 1—4. Entwickelung des Perikladiums und des Blütenstieles vom jüngsten Stadium bis zum vollkommenen Aufblühen bei *Asparagus officinalis*.

Fig. 5. 6. *Anthericum ramosum*. Das Perikladium und der Blütenstiel in jungem und entwickeltem Stadium.

Fig. 7. *Anthericum Liliago*, in natürlicher Größe.

Fig. 8. *Polygonatum latifolium*. Eine Blüte mit schwach entwickeltem Perikladium (*p*).

Fig. 9. *Convallaria majalis.* Eine Blüte mit Gliederung unter dem Perigon, jedoch ohne Perikladium.

Fig. 10. *Majanthemum bifolium.* Eine Blüte, im Durchschnitt, mit schwach entwickeltem Perikladium (*p*).

Fig. 11. 12. *Dracaena fragrans.* Eine Blüte, deren Perigon am Grunde zusammenwächst und in ein kurzes Perikladium (*p*) übergeht.

Fig. 13. 14. *Hemerocallis Dumortieri.* Eine Blüte in natürlicher Größe. Das Perigon wächst am Grunde in eine Röhre zusammen (*p*), welche vom Blütenstiel abgegliedert ist.

Fig. 15. *Asphodeline liburnica.* Eine Blüte in natürlicher Größe, deren Perigon am Grunde kurz röhrig zusammenwächst und sich dann in ein langes Perikladium (*p*) verschmälert.

Fig. 16. *Linum usitatissimum.* Eine Blüte am langen Stengelzweige mit einem kurzen Perikladium.

Fig, 17. *Cneorum tricoccum.* Eine schwach vergrößerte Blüte, mit kurzem Perikladium.

Tafel 15.

Fig. 1. 2. *Mercurialis annua.* Weibliche und männliche Blüte, diese mit schwachem Perikladium.

Fig. 3. *Cannabis sativa.* Männliche Blüte mit Gliederung dicht unter dem Perigon.

Fig. 4, 5. *Urtica urens.* Weibliche und männliche Blüte, jenes mit schwach und in das Perigon übergehendem, diese mit stark entwickeltem Perikladium (*p*).

Fig. 6. *Phyllanthus glaucescens.* Eine wenig vergrößerte Blüte, mit langem stielartigen Perikladium (*p*), kurzem Stiele (*b*), welchem die Vorblätter (α, β) aufsitzen; das Stützblatt (*B*) ist abgeschnitten, ihm angehören die Nebenblätter (*n*).

Fig. 7. *Phyllanthus lathyroides.* Das Perigon geht in ein dreikantiges Perikladium (*p*) über.

Fig. 8. *Vitis Thunbergii* S. Z. Ein sympodialer Zweig der Infloreszenz. Aus der Achsel der Stützbraktee (*b*) entspringt die Blüte (*k'*) usw. Die Blüte (*k*) hat ein starkes, kurzes Perikladium (*p*) und die Vorblätter α, β unter der Gliederung.

Fig. 9, 10. *Bryonia dioica.* Männliche und weibliche Blüte, vergr., jene dicht unter dem Perigon gegliedert.

Fig. 11, 12. *Cyclanthera explodens.* Männliche und weibliche Blüte, jene mit Perikladium (*p*).

Fig. 13. *Hibiscus gossypinus.* Eine Blüte ohne Korolle, mit dem Außenkelche (*n*) und dem haarigen Perikladium (*p*), welches vom kahlen Blütenstiele abgegliedert ist. Die Außenkelchblätter sind den Nebenblättern (*n*) ähnlich.

Fig. 14. *Hibiscus syriacus.* Blütenknospe, mit dem Perikladium (*p*) und mit den Involucrumsblättern (*n*), welche den Nebenblättern (*n*) ähnlich sind.

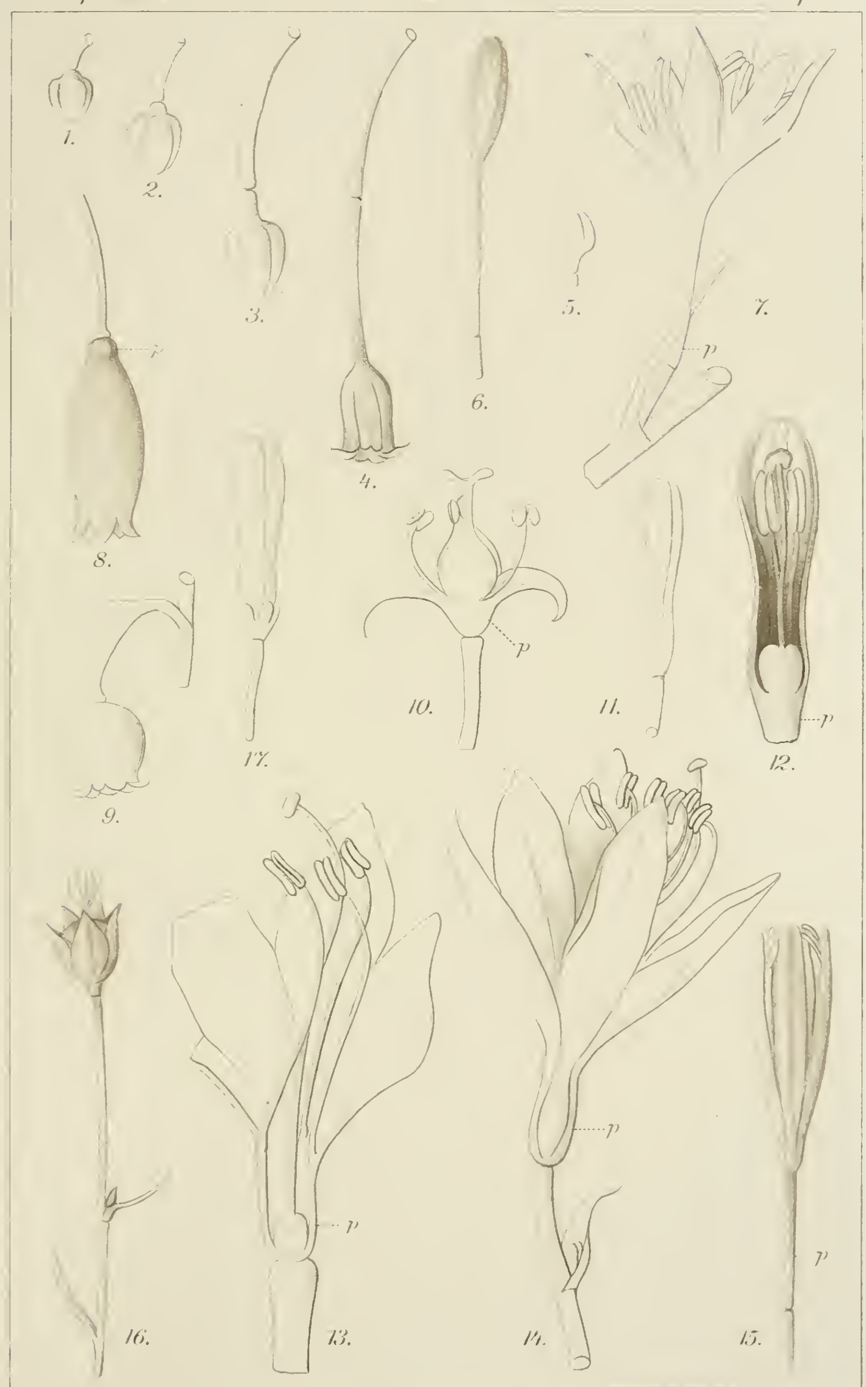
Fig. 15. *Polygonum baldschuanicum.* Eine vergr. Blüte, mit allmählich dreiflügelig herablaufendem Perikladium (*p*).

Fig. 16. *Polygonum Bistorta.* Blüte mit Gliederung unter dem Perigon; die zweite Blüte ist abgefallen.

Fig. 17. *Polygonum Fagopyrum.* Eine Blüte mit stark entwickeltem Perikladium (*p*).

Fig. 18. *Rheum undulatum.* Das Perigon geht allmählich in das Perikladium (*p*) über.

Fig. 19. *Rumex sanguineus.* Eine Blüte mit langem, stielartigem Perikladium (*p*), welches kniеartig vom eigentlichen Stiele herabgebogen ist.



J. Velenovský gez.

Verlag v. Gustav Fischer Jena

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena





J. Velenovsky gez.

Verlag v. Gustav Fischer, Jena

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena



Die Vegetationsverhältnisse des tertiären Beckens von Veselí, Wittingau und Gratzen in Böhmen.

Von

Karl Domin,
Assistent der Botanik an der k. k. böhmischen Universität in Prag.

(Mit einer Abbildung und Tafel 16 und 17.)

Der südlichste Teil Böhmens wird aus mehreren Gründen allgemein als ein floristisch wenig interessantes Gebiet betrachtet. Zunächst wird dies durch das Urgebirgssubstrat bedingt, welches an und für sich sowie auch infolge dessen Einflusses auf die Verteilung der Arten in verschiedenen Pflanzenvereinen äußerst eintönig ist. Überdies sind auch die klimatischen Verhältnisse für die Entstehung einer mannigfaltigern Flora nicht günstig. Es herrscht daselbst nämlich vorzugsweise ein rauhes Klima, das einerseits das Vorkommen der wärmeliebenden Typen der pontischen Flora ausschließt, anderseits aber nicht imstande ist, eine ausgeprägte montane Flora hervorzurufen. Die Arten der montanen und subalpinen Region kommen nur ganz vereinzelt vor und tragen zu der floristischen Physiognomie der Gegend sehr wenig bei. Erst in der Nähe der Grenzgebirge, in erster Reihe natürlich des Böhmerwaldes, kommen die genannten Arten schon zahlreicher vor und beteiligen sich kenntlicher an der Zusammensetzung der einzelnen Formationen.

Südböhmen, das fast ausschließlich den hercynischen Formationen Drudes angehört, ist aber zu phytogeographischen Studien schon aus dem Grunde vorzüglich geeignet, weil man hier wegen der herrschenden Eintönigkeit der Vegetation das Einwirken einzelner ökologischer Faktoren viel besser verfolgen kann, als z. B. im Gebiete der pontischen Flora, wo sich die komplizierte Kette aller jener Bedingungen, aus denen ein bestimmter Pflanzenverein resultiert, von Ort zu Ort anders gestaltet und naturgemäß auch eine große Mannigfaltigkeit der Flora bewirkt.

Phytogeographisch wurde Südböhmen mit Ausnahme des Böhmerwaldes sehr wenig durchforscht und nur Velenovský[1])

[1]) Atlas pro dům a školu 1887. Mechy české 1897

weist an mehrern Stellen auf die äußerst interessanten Inseln der pontischen Flora inmitten der monotonen hercynischen Formationen hin und führt die Gründe an, nach welchen dies in einer innigen Verbindung mit dem Vorkommen der Urkalkinseln (so z. B. bei Strakonic, Krumau etc.) steht. Aber das Eindringen der warmen, an pontischen Typen reichen Flora geschieht unter günstigen Umständen auch auf ziemlich nährstoffarmem Boden, wenn nur zwei Anforderungen genügt wird, nämlich wenn er trocken und warm ist. Besonders in den engen Streifen längs der Flüsse, wo meist mächtige Felsabhänge über das Wasser emporragen, oder wo sich kurzgrasige, von der Sonne ausgebrannte Abhänge befinden, trifft man eine auffallende Vegetation an, die zumeist viele pontische Arten enthält, die aber auch eine ganze Reihe von interessanten andern Arten beherbergt und den Eindruck einer merkwürdigen Reliktenflora bietet.[1])

Unser Gebiet, welches schon der mährischen und niederösterreichischen Grenze naheliegt, enthält von der warmen Flora fast gar keine Spur; dies ist eben für diese Gegend, deren Physiognomie von den herrschenden Moorformationen bestimmt wird, besonders charakteristisch. Aber unweit von unserm Gebiete, in der Umgebung von Tábor sind die Elemente der pontischen Hainflora schon deutlicher, wie es z. B. die von Herrn Prof. Dr. F. Bubák im Tale der Pintyoka unlängst entdeckte *Melica picta* beweist. Es werden zwar aus dem von uns behandelten Gebiete bei Lomnic z. B. *Hierochloë australis* und *Melampyrum cristatum* angegeben, also zwei Arten, die der hercynischen Flora durchweg nicht eigen sind: doch die Fundorte ähnlicher Arten sind ganz vereinzelt. Anders verhält es sich schon bei Neuhaus, wo zwar auch das hercynische Element stark im Vordergrunde steht — es kommt hier *Soldanella*, *Rosa alpina*, *Prenanthes* vor — wo sich aber z. B. auch die in unserm Gebiete fehlenden *Cirsium eriophorum*, *Centaurea axillaris*, *Melica ciliata*, *Coronopus Ruellii*, *Corydalis cava* etc. vorfinden.

Dagegen findet man daselbst zahlreiche, der Böhmerwald-Flora eigene Arten, wie z. B. *Willemetia apargioides*, *Lycopodium Selago*, *Soldanella montana*, *Nuphar pumilum*, *Sedum villosum*, die in der Richtung gegen Gratzen auffallend häufiger werden.

Hinter Soběslau fängt die große Ebene an, die zwar im ganzen traurig und monoton ist, in Einzelheiten aber wohl viele landschaftliche Reize besitzt. Es ist dies eine Ebene, in der kein größerer Rücken zum Vorschein kommt, die aber als eine Landschaft mit sehr vielen Teichen, deren Spiegel großen Seen ähneln, und die durch zahlreiche Wasservögel belebt sind, mit den schönen Röhrichten, hinter welchen über das Dunkelgrün der großen Blätter die herrlichen See- und Wasserrosen ihre Blüten empor-

[1]) Näheres darüber siehe Velenovský, Vesmír XIII (1884) und Domin Sborník české společnosti zeměvědné 1902.

heben. mit der üppigen Sumpfvegetation an ihren Ufern, die fast unverändert auch die Ränder aller trägen Gewässer schmückt, einen reizenden Anblick gewährt.

Viele Teiche, die hier an der Grenze des Hügel- und Berglandes eine so große Entwickelung zeigen, erhalten die Luft ziemlich feucht. Die Taubildung ist hier so stark, daß sie einem ausgiebigen Sprühregen gleicht. Und wenn wir noch die so einfache geologische Architektonik der Gegend ins Auge fassen, können wir uns leicht die Entstehung der ausgedehnten Moore vorstellen. Die Unterlage der ganzen Mulde bildet nämlich ein tertiärer, lichtgrauer Ton, der vollkommen wasserundurchlässig ist und stellenweise von mehr oder weniger mächtigen Sandschichten überlagert wird; mitunter tritt er auch selber hervor. Es läßt also das Substrat das Wasser nicht durch, enthält deshalb stets viel Feuchtigkeit, wozu sich noch das ziemlich rauhe und kalte Klima und besonders die ungewöhnlich starke Taubildung gesellen, die die Entstehung der großartigen Moore bewirkt haben.

. Das Gebiet ist also ein hochgelegenes wasserreiches Flachland, welches beinahe den sechzigsten Teil von ganz Böhmen einnimmt und durchschnittlich eine Höhe über 450 m aufweist; Hügel von nur 50 m Höhe sind eine große Seltenheit. Den Mittelpunkt bildet die altberühmte Stadt Wittingau, die sich zwischen dem Goldbach und dem Teiche „Svět“ ausbreitet. Die Grenzen dieses etwa 55 km langen Gebietes wären von Soběslau über die Borkovic-Mažicer Moore gegen S. zu der Wien-Gmünd-Egerer Bahnstrecke bei Forbes (Borovan) und längs dieser bis zu der Gratzner Haltestelle und von da gen Suchental (Suchdol) und weiter in nördlicher Richtung längs des Alt-Baches zu dem Rosenberger Teiche, von da aus zum Nežárka-Flusse und wieder gegen Soběslau hinziehen. Die Neuhauser, Platzer und Chlumecer Gegend ist also größtenteils nicht inbegriffen, obwohl sie orographisch noch zu dieser Hochebene gehört. Die Grenzen der Wittingauer Bezirkshauptmannschaft, die Umgebung von Kardaš-Řečic und Chlumec ausgenommen, decken sich so ziemlich gut mit unserem Gebiete, nur mit einer kleinen Erweiterung nach S. und N.

Der Hauptfluß Lužnice, dessen Quellen schon außerhalb Böhmens liegen, fließt in seinem nördlichen Laufe ziemlich genau durch die Mitte des Gebietes, wogegen sein südlich von Wittingau gelegener Teil die Ostgrenze des Gebietes bildet. Von Suchental (Suchdol) fließt er gegen N. längs der Bahnstrecke nach St. Magdalena; hinter derselben teilt er sich in zwei Arme. Der östliche, eigentlich ein zu Ende des XVI. Jahrhunderts durch Menschenhände errichteter Kanal, führt den Namen Neubach und ergießt sich unterhalb von Platz in die Nežárka, die bei Veselí in die Lužnice mündet. Der andere (westliche) Arm fließt unter dem Namen Altbach dem großen Rosenberger Teiche zu und ist der ursprüngliche Lauf des Flusses noch vor Anlage des

Wittingauer Teichsystems. Ein dritter 45 km langer Arm, der sogenannte Goldbach, der in den ersten Jahren des XVI. Jahrhunderts angelegt und zu Ende desselben aufwärts verlängert wurde, zweigt schon bei Pilař ab, durchfließt das Schloßrevier und ergießt sich unterhalb Veselí in die Lužnice.

Die größten Teiche befinden sich zwischen Wittingau und Veselí und dann zwischen Wittingau und Hrachovišt. Sie wurden in dieser Gegend zumeist im XVI. Jahrhundert für die Zucht von Fischen angelegt; der größte von ihnen, der Rosenberger Teich hat 722 ha Fläche. Sie besitzen alle mächtige Dämme, die mit uralten Stieleichen — einer Spezialität der ganzen Gegend — bepflanzt sind. Es sind dies wirkliche Giganten, die bis jetzt dem vernichtenden Zahn der Zeit, allen Stürmen und Gewittern trotzen und der Gegend zur schönsten Zierde gereichen.

Obzwar das Wasser dieser Teiche nicht besonders nährstoffreich ist, enthalten sie dennoch viele Fische. In dem Rosenberger Teiche wurde z. B. im Jahre 1876 107 810 kg. Fische, besonders Karpfen, ausgefischt.

Neben den großen Teichen kommt hier noch eine ganze Reihe von kleinen Teichen, Wassergräben und großen Kunstbächen vor; zwei von ihnen — der Goldbach und der Neubach — ähneln größern Flüssen.

Die ganze Gegend ist zwar ein Glied der Drudeschen „Hercynia"; trotzdem weist sie aber schon in der Gesamtphysiognomie so viele Eigentümlichkeiten auf, daß eine eingehende Schilderung ihrer Vegetationsverhältnisse am Platze sein dürfte[1]). Floristisch gehört dieses Becken den reichsten Gegenden Südböhmens an; nebst mehreren Arten, deren Indigenat in Böhmen zweifelhaft ist (z. B. *Tunica Saxifraga*, *Doronicum caucasicum*) oder die überhaupt nicht sichergestellt sind, wie z. B. *Moenchia quaternella*, kommen hier auch mehrere Arten vor, die anderswo in Böhmen nicht erscheinen, wie z. B. *Orchis Traunsteineri*, *Genista pilosa*, *Utricularia ochroleuca*.

Bei einer eingehenden Analyse der in den Moorformationen vorkommenden Pflanzen gewinnt man die Ansicht, daß zahlreiche, für die Heidemoore charakteristische Arten sich nur in den seltensten Fällen an eine gewisse vertikale Höhe binden, aber in erster Reihe als Bewohner des Torfbodens sich verhalten. Die Wittingauer Moore sind weder Niederungsmoore noch echte Bergmoore; sie weisen ein Gemisch von Leitarten dieser beiden Kategorien auf und könnten stellenweise als die erstern, stellenweise als die letztern bezeichnet werden. Die *Pinus montana pumilio* fehlt ihnen aber vollständig und tritt erst im Böhmerwalde auf.

---

[1]) Eine recht schöne und neben der Schilderung in Velenovskýs „Moose Böhmens" die einzige pflanzengeographische Skizze des Gebietes, auf die wir uns oft stützten, findet man bei J. Vilhelm im „Sborník české zeměvědné společnosti". 1901.

Bei einer nähern Betrachtung des ganzen Gebietes kommen wir zu folgenden interessanten Schlüssen: Zunächst ersehen wir, daß es in der Drudeschen „Hercynia" einen eigenen Platz einnimmt, was nicht nur durch die orographischen und klimatischen Verhältnisse, sondern hauptsächlich durch die Wanderungswege einzelner Charakterarten bedingt wird. Abgesehen von den Moorformationen, die eine Spezialität der Gegend sind, hat die Flora fast dieselbe Physiognomie, wie das benachbarte Waldgebiet des Moldauflusses, mit Ausnahme eines engen Streifens längs der Moldau, und wie das ganze Brdygebirge. In der Wirklichkeit verhält es sich aber anders. Wenn wir nämlich die Areale einiger Leitarten der Flora des Böhmerwaldes und des Brdygebirges näher verfolgen, finden wir, daß die wichtige, zwischen diesen beiden Gebirgszügen sich hinziehende Vegetationslinie unser Gebiet nicht berührt, sondern nördlich von demselben geht. Die meisten Charakterarten, die sich im Brdygebirge (auch in seinem der Pilsner Gegend angehörenden Teile) und zumeist auch in dem Krumauer Moldautale (dies beruht wieder auf andern Gründen) vorfinden, fehlen in unserm Gebiete, geradeso wie in dem eigentlichen Böhmerwalde, vollkommen oder sind daselbst sehr selten, was dann darauf hindeutet, daß sie sich schon außerhalb der Grenze ihrer Hauptverbreitung befinden. Dies gilt z. B. von *Phyteuma orbiculare*, *Geum rivale*, *Potentilla procumbens*, *Trollius europaeus*, *Chamaebuxus alpestris etc.*

Eine eingehende Erörterung dieser Verhältnisse wäre zwar sehr interessant, läßt sich aber besser im Anschlusse an die florengeschichtliche Besiedelung der ganzen südböhmischen Flora anknüpfen.

Die Felsenflora fehlt vollständig und ebenso die Hainflora: die Xerophytenflora ist überhaupt sehr arm, ja ärmer als in andern, selbst höher gelegenen Waldgebieten Südböhmens, was wohl durch die großen Differenzen zwischen der Tag- und Nachttemperatur bedingt ist. Ebenso die im Wesen xerophile Sandflurflora weist sehr wenig von den, die warmen Lagen bevorzugenden Arten auf.

Auch darf man nicht unerwähnt lassen, daß hier, wie es bei einem Flachlande ganz natürlich ist, kein Unterschied zwischen der Vegetation der Süd- und Nordseite existiert, der bei einem unebenen Terrain sehr kenntlich ist.

Die botanische Durchforschung dieser Gegend wurde ziemlich spät durchgeführt, da den ältern Floristen Böhmens diese Gegend zu sehr abseits lag; ihr Zentrum war damals Prag gewesen. Die wichtigsten Sammler, die uns mit der Flora des Gebietes vertraut machten, sind:

1. Dr. Fr. Graf Berchtold, sammelte in der Umgebung von Tábor und Soběslau.
2. Dr. K. B. Presl, Professor der Naturgeschichte an der Prager Univers., sammelte auch im Gebiete, aber nicht viel.

3. Dr. J. Pfund, sammelte bei Wittingau und Veselí.
4. Dr. Fr. Jechl, Prof. an der theologischen Diöcesananstalt in Budweis, sammelte viel bei Budweis, weniger im Gebiete (z. B. bei Wittingau).
5. Dr. H. Freiherr von Leonhardi, Prof. der Philosophie an der Prager Univ., sammelte viel im Gebiete; manche von seinen Angaben sind aber nicht zuverlässig.
6. Dr. Fr. Novotný, Dozent der Physiologie an der Prager Univers., sammelte bei Platz und Neuhaus.
7. Ladislav Duda, Gymnasialprofessor, sammelte bei Soběslau.
8. Dr. Fr. Sitenský, z. Z. Landesinspektor der landwirtschaftlichen Schulen, sammelte an verschiedenen Stellen des ganzen Gebietes.
9. Fr. Mardetschläger, Dechant, sammelte zumeist bei Budweis, aber auch im Gebiete.
10. Rundensteiner, Geistlicher, sammelte viel bei Neuhaus, weniger im eigentlichen Gebiete.
11. Dr. F. L. Čelakovsky, verst. Prof. an der böhm. Univers. Prag, sammelte vormals im Gebiete.
12. A. Weidmann, z. Z. Oberlehrer in Wittingau, sammelte sehr eifrig und erfolgreich im ganzen Gebiete.
13. Dr. A. Hansgirg, Gymnasialprofessor, a. o. Prof. an der böhm. Univers. in Prag, sammelte im Jahre 1883 bei Lomnic.
14. Dr. K. Vandas, z. Z. Professor an der böhm. Technik in Brünn, sammelte in den Jahren 1883—84 bei Wittingau.
15. Topitz, sammelte in den J. 1884—87 bei Gratzen.
16. Křížek, Gymnasialprof., sammelte im J. 1884 bei Wittingau.
17. E. Khek, z. Z. Apotheker in Wien, sammelte im Jahre 1885 bei Neuhaus.
18. Dr. Jos. Velenovský, Prof. an der Univers., Direktor des böhm. botan. Gartens in Prag, bereiste wiederholt das Gebiet und führte die bryologische Durchforschung des Gebietes durch.
19. Jos. Jahn, Lehrer in Piberschlag, botanisierte eifrig in den J. 1887—92 bei Gratzen.
20. Dr. J. Vilhelm, sammelte viel im ganzen Gebiete.

Die Funde der genannten Forscher sind zumeist in Čelakovskýs Prodromus der Flora von Böhmen und in den „Resultaten der botanischen Durchforschung Böhmens 1881—1893“ enthalten.

Die bryologische Durchforschung wurde mehrmals von Prof. Velenovský unternommen. In dem Werke „Mechy české“ 1897 (Moose Böhmens) und „Jatrovky české“ 1901—03 (Lebermoose Böhmens) sowie in den „Bryologischen Beiträgen aus Böhmen II. und III. für das Jahr 1898—99 und 1899—1900 (Böhm.

Akademie II. Kl. Jahrg. VIII. Nr. 27 und IX Nr. 28) finden wir nebst zahlreichen wichtigen Fundortsangaben auch eine phytogeographische Schilderung des Gebietes. In zweiter Reihe ist der von A. Weidmann verfaßte „Prodromus der böhmischen Laubmoose“ (1895, böhmisch) zu nennen, in dem viele Standorte aus dem Gebiete sich befinden.

I. Abteilung.

Gestaltung und Gliederung der Formationen.

Das Gepräge der Formationen hängt zumeist mit den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Substrats sowie mit seiner Architektonik zusammen: auf dem undurchlässigen Ton, besonders dort, wo derselbe sekundäre Mulden bildet, in denen sich das überschüssige Wasser ansammelt, oder auch an den Teichen gelangen naturgemäß am häufigsten die echten Heidemoore zur Entwickelung, an den Teich- und Bachrändern entstehen auch (infraaquatisch) mehr oder weniger ausgedehnte echte Wiesenmoore, denen dann die wasserliebenden Gewächse folgen, welche die Teichränder mit einem schmälern oder breitern Rande umsäumen, seien es schon die Cariceten, die keinen geschlossenen Verband bilden, die Röhrichte und Sumpfpflanzen, die das seichte Wasser bewohnen, oder die echten Wasserpflanzen, die am weitesten in das freie Wasser vorrücken. Wo mächtige Sandschichten die Unterlage bilden, kommen, wenn der Boden wegen des undurchlässigen Untergrundes nicht zu feucht ist, was hier und da zutrifft, entweder Sandfluren oder häufiger Kiefernwälder zum Vorschein. Dort wo dem Sandboden mehr Humus oder auch Torf beigemischt ist, findet man gewöhnlich schöne Fichtenbestände; auf, mit Wasser übersättigtem, sumpfigem und torfigem Boden stellen sich Bruchwälder ein.

Die abgestorbenen Heidemoore verwandeln sich zumeist endlich in Heiden oder auch Heidewiesen, die vom Vieh abgeweidet werden; nur die allerdings selten vorkommenden Borstgrasmatten machen hier eine Ausnahme. Mitunter bildet auch die baumartige Form der *Pinus uliginosa* größere Waldungen.

Eine ganz eigentümliche Formation ist die des nackten Teichbodens, die als eine „wandernde Formation“ zu bezeichnen ist. Sie erscheint fast überall, wo ein Teich abgelassen und ein Jahr über nicht gefüllt wird und zeichnet sich durch Arten von ganz merkwürdigen ökologischen Anpassungen aus.

Die Einteilung der Formationen war nicht leicht durchführbar, da zwischen den einzelnen Formationen in mehrern Richtungen Übergänge vorhanden sind, denen nicht immer Rechnung getragen werden konnte. Die vielleicht auch als eigene Formation zu betrachtenden tonigen Durchtriebe mit herrschenden Iun-

necten haben wir aus mehreren Gründen als solche nicht angeführt.

Die einzelnen Formationen wollen wir in folgender Reihenfolge besprechen:

1. Formation der Heidemoore.
2. „ „ Wiesenmoore.
3. „ „ rasenbildenden, nicht geschlossenen *Cyperaceen*.
4. „ „ Erlenbrüche.
5. „ „ Wasserpflanzen.
6. Röhrichtformation.
7. Formation der Uferpflanzen.
8. „ des nackten Teichbodens.
9. Sandfluren.
10. Heiden.
11. Mesophyte und xerophyte Wiesenformationen.
12. Waldformationen.
13. Das Kulturland.

Die Moorformationen.

Die Moore werden allgemein in zwei Kategorien eingeteilt, von denen die eine Hoch-, Heide- oder Moosmoore, die andere Wiesen-, Grünlands- etc. Moore (auch saure Wiesen, Sumpfwiesen) benannt wird. Diese Einteilung ist im ganzen sehr zweckmäßig. Das Heidemoor, dessen Grundwasser ziemlich niedrig liegt und welches supraaquatisch entsteht und ein nährstoffarmes Wasser, leichten, im trocknen Zustande leicht brennbaren, von Luft durchdrungenen und gleichmäßig wasserführenden Torf besitzt und anderseits das Wiesenmoor mit nährstoffreicherm Wasser, mit hohem Grundwasserstande (es ist wenigstens zeitweise überschwemmt und entsteht in der Regel infraaquatisch), und dessen Torf schwer, schmierig und zum Brennen weniger geeignet ist, sind sicher zwei, voneinander weit entfernte Formationen. Doch wie fast überall im Pflanzenreiche, gibt es auch da eine ganze Reihe von Pflanzenvereinen, die klare Übergänge von den Heidemooren zu den Wiesenmooren bilden, was man besonders in unserm Gebiete, wo an den Teichen Heide- und Wiesenmoore so häufig vorkommen, vorzüglich verfolgen kann. Drude (Der hercynische Florenbezirk 223) kommt auch aus dem chemisch-analytischem Vergleiche von Erzgebirgs- und Lausitzer Niederungsmoore zu dem Resultat, daß der Reichtum an mineralischen Nährstoffen in Gebirgs-Hochmooren mit Cariceten nur wenig größer war, als der von analogen Moosmooren, während die echten infraaquatischen Wiesenmoore einen sehr viel stärkern Gehalt an mineralischen Nährstoffen besitzen.“ A. a. o. S. 599 erwähnt er auch die als Auen im Böhmerwalde bezeichneten Moore, die ein Gemisch von echten Hochmooren mit Torfwiesen in allen Übergängen vorstellen.

Die Cariceten und Eriophoreten werden gewöhnlich als bezeichnend für die Wiesenmoore angegeben. Demgemäß müßten wir auch in dem Becken von Veselí, Wittingau und Gratzen die ausgedehnten *Carex*- und *Eriophorum*-Bestände, die zumeist fast alleinig den Boden bedecken, nach ihren Leitarten zu den Wiesenmooren rechnen, was aber sehr oft irrig wäre. Die Cariceten und Eriophoreten kommen nämlich sowohl als Wiesenmoore mit nährstoffreichem Wasser als auch als Heidemoore, deren Wasser steril ist, vor, bilden aber eine selbständige Formation, die sich den wasserliebenden Formationen (z. B. Röhrichten) insofern nähern, daß sie niemals einen geschlossenen Bestand bildet.

Diese Formation ist durch deutliche Übergänge nicht nur mit Heide- und Wiesenmooren verbunden, sondern auch sehr oft mit den Röhrichten; es ist dies ja auch natürlich, da sie zumeist hinter den Moorwiesen die Teichränder umsäumt und oft die seichten Wasserflächen vollständig durchsetzt. Die großen Bülten, auf denen sich die *Carex*-Arten über ihre eigenen Reste emporheben, werden dann vom Wasser umspült, erhalten sich aber auch bei niederm Wasserstande auf mäßig feuchtem Boden sehr gut. Ihr Substrat, zumeist Torf, der mitunter mit Sand oder mit dem sich langsam bildenden Humus vermischt erscheint, ist bald wie bei den Heidemooren leicht und gleichmäßig naß, bald wiederum schwer, sehr schmierig und leitet das Wasser schlecht wie bei den Wiesenmooren.

Dementsprechend wollen wir drei Moorformationen unterscheiden.

1. Heidemoore.

Wie gesagt, wird das rege Moorleben in erster Reihe durch die starke Taubildung begünstigt. Dieselbe bewirkt auch, daß sich nicht selten auf den, durch Torfstich entwässerten Moordämmen, oder dort, wo künstlich durch Abzugsgräben das lebende Moor entwässert wurde, bald neue *Sphagnum*-Polster bilden, die in kurzer Zeit stark wuchern, sich untereinander verbinden und im günstigen Falle eine zusammenhängende, anfangs oft schwimmende Decke über dem schwarzen Torf bilden und die weitere Torfbildnng übernehmen. Ja dort, wo das Moorleben noch in besonders mächtiger Tätigkeit sich befindet, so z. B. auf den bekannten Mooren bei Zálší und Borkovic oder noch mehr auf dem „Roten Moos" bei Šalmanovic, nimmt bei genügender Feuchtigkeit die Neubildung der *Sphagnum*-Polster und natürlich auch anderer heidemoorbildender Moose auch in dem Falle überhand, wenn sich schon auf dem absterbenden Moor ziemlich häufig *Calluna* angesiedelt oder wenn eine aus zahlreichen Unkräutern bestehende Vegetation sich daselbst breit gemacht hat.

Die Moore des Wittingauer Beckens sind in der Gegenwart bei weitem nicht mehr in einer so regen Entwickelung wie es vor Zeiten der Fall war. Es ist ja vorauszusetzen, das dasselbe Leben, mit denselben Pflanzenvereinen, welche noch in ziemlich ursprünglicher Form auf den zwei eben genannten Lokalitäten auftreten, in der ganzen Landschaft herrschte und vielleicht seit Jahrtausenden unverändert dauerte. Die Hauptschuld an dem langsam, aber sicher fortschreitenden Verschwinden der großen lebenden Moosmoore trägt natürlich der Mensch allein, indem er sich bemüht, das Ableben der Moore hervorzurufen, selbe auszutrocknen und entweder zum Abbau auf Torf auszunutzen oder überhaupt die landwirtschaftlich sterilen Flächen ertragreicher zu machen. Natürlich macht sich auch die Trockenperiode der letzten Jahre mehr als anderswo in Böhmen fühlbar, unterstützt die vernichtende Tätigkeit der Menschen, indem infolge derselben einige Moore, deren Lebensfähigkeit schon durch die künstliche Drainage stark herabgesetzt wurde, auf natürlichem Wege trocken werden; die Moospolster sterben langsam ab, und die Heidepflanzen haben freie Hand, an ihre Stelle zu treten, was nach einem heftigen Wettkampf (dessen Resultate meist dasselbe ist) zwischen den einzelnen Heidearten geschieht.

Verfolgt man durch mehrere Jahre das Absterben und das Neuaufleben der Moore, so bemerkt man, daß in der Regel die durch zu niedrigen Wasserstand oder eine andauernde Trockenperiode fast oder ganz abgestorbene Moore sich wieder unter günstigen Verhältnissen aufraffen und ihre ursprüngliche Gestalt annehmen. Wenn die Pause nicht zu lang war, geschieht dies um so leichter, da sich fast alle Moorgewächse nach dem Absterben des Moores noch eine zeitlang erhalten und die in den Moorlachen und Moortümpeln zurückgebliebenen *Spagnum-*, *Hypnum-*, *Polytrichum-* etc. Teppiche in kurzer Zeit wiederum große Flächen zu besiedeln vermögen.

Die Umwandlung der Heidemoore geschieht auf mehrfache Weise. Auf dem „Roten Moos“ bei Šalmanovic kann man dies gut beobachten. Schematisch können wir eine solche Metamorphose der Moosmoore, die in erster Reihe von den Feuchtigkeits-Verhältnissen abhängig ist, auf folgende Weise versinnlichen:

1. Ein lebendes, schaukelndes Moosmoor mit Überwiegen der Moose, in denen *Drosera*-Arten, *Oxycoccos*, *Andromeda*, *Rhynchospora*, *Carex limosa*, *pauciflora*, *chordorrhiza*, auf den Mooren bei Lásenic auch *Scheuchzeria* etc. vorkommen. Moorlachen mit *Utricularia*-Arten oder mit schwimmenden Moosen sind vorhanden.

2. Wird ein solches Moor trockener, nehmen gewöhnlich *Ericaceen* (besonders die Zwergsträucher), die früher nur einzeln vorhanden waren, *(Vaccinium uliginosum*, *Vitis idaea*, *(Myrtillus)*, *Calluna)* und auch das *Ledum palustre* überhand. Der Boden ist fester, die Torfschichten setzen sich und die Arten des zuerst erwähnten Stadiums kommen nur untergeordnet vor.

3. Wenn ein solches Moor durch Abbau auf Torf entwässert wird, und wenn nackte, schwarze Torfflächen entstehen, so hängt seine weitere Entwickelung in erster Reihe wiederum von der Wassermenge des Substrats ab. Von den häufiger sich wiederholenden Variationen seien folgende hervorgehoben:

a) Es siedelt sich eine ähnliche Vegetation wie auf den Holzschlägen an, die auch mehrere Unkräuter enthält. Es sind z. B. auf solchen Moordämmen häufig: *Epilobium angustifolium, Senecio viscosus, Urtica dioica, Polygonum aviculare, Cirsium*-Arten: zwischen ihnen kommt die *Dicranella cerviculata, Marchantia* etc. vor. Das erstgenannte Moos überzieht oft große Flächen. Die früher erwähnten Arten verschwinden gewöhnlich langsam und an ihrer Stelle siedeln sich zahlreiche Heidepflanzen, zumeist *Calluna* und Gräser an, und es kann daselbst eine *Calluna*-Heide oder eine Grasheide entstehen. Seltener überwuchern auch süße Gräser, und es entsteht eine Wiese.

b) Im günstigen Falle kann sich aber ein neues *Sphagnum*-Moor bilden, wie dies später geschildert wird.

c) Die robusten Rasen des *Eriophorum vaginatum* besiedeln manchmal solche feuchte Torfflächen und bilden daselbst eine lange Zeit hindurch die alleinige Vegetation. Langsam siedeln sich auch andere Moorpflanzen zwischen ihnen an. Auch *Ericaceen* kommen in manchen Fällen auf solchen Stellen zum Vorschein und rufen dann einen besondern Typus hervor, welcher einen Übergang von dem später geschilderten Typus III zu dem Typus IV vorstellt.

4. Nach der Phase 2 kommt manchmal eine besondere Variation vor. Die großen *Ericaceen*, besonders das strauchige *Ledum* bildet ganze Bestände, in denen auch *Pinus uncinata (= uliginosa)* vorkommt. Dieselbe entfaltet sich stellenweise in ihrer niedrigen Form in locker stehende Bestände, in denen sich alle Arten des *Ericaceen*-Typus gut zu erhalten vermögen. Manchmal aber (*Pinus uncinata rostrata* und besonders *rotundata* f. *pyramidata)* wächst die Sumpfkiefer zu einen ziemlich hohen Baum empor (bis ca. 6 m), der in der letztgenannten Form auf dem „Roten Moos“ gen Bor ziemlich dichte, mehrere km sich langziehende Waldungen eines ganz eigenartigen Charakters bildet. Die Arten der Sphagnummoore und die Moose selbst sind zumeist nicht vorhanden oder nur längs der tiefen Gräben oder in einzelnen kleinen Inseln. Diese Moorkieferwälder mit dem Unterwuchse des *Ledum*, welches oft km-weite Strecken bedeckt, sind eine der interessantesten Vegetationsformen des Gebietes. Auf einigen Stellen konnte man beobachten, wie sich nach dem Fällen dieses Waldes wiederum eine reichere Vegetation entfaltete, mit *Calluna, Eriophorum vaginatum, Rhynchospora alba, Vaccinium uliginosum*, Sphagneten mit *Viola palustris, Drosera, Andromeda, Hydrocotyle* etc. und wie neben der seltener gewordenen Sumpfkiefer kleine Sträucher der *Betula, Frangula Ledum* erscheinen.

Die Moore des Wittingauer Beckens gehören wohl zu den teilweise tiefsten. Zumeist sind sie zwar nur 2—6 m tief, aber manchmal auch 10—12 m! Solche Moore sind zum Torfstich sehr geeignet, und in den durch Torfstich entstandenen Profilen, die manchmal eine interessante Schichtenreihe aufweisen, sind zahlreiche Stämme (meist von Birken und Kiefern) zu sehen; sie sind im ganzen sehr gut erhalten und werden beim Torfstechen herausgenommen und in hohe Pyramiden aufgestellt. Auf den Mooren herrscht überall eine traurige Ruhe, ein ewiges Stillschweigen, das nur durch die monotonen Rufe der Wasservögel unterbrochen wird, die dasselbe aber nicht stören. Die Eintönigkeit in der ganzen Physiognomie der Gegend spiegelt sich auch in der Verteilung der Arten wieder. Nicht durch die Mannigfaltigkeit, sondern durch das massenhafte Auftreten werden die sich stets wiederholenden Leitarten imposant. Dieses traurige Bild und die melancholische Stimmung, die es hervorruft, wird auch dann nicht heiterer, wenn die Moorflora sich in ihrem schönsten Blütenschmuck zeigt. Ja selbst das an und für sich herrliche, betäubend duftende, mit seinen weißen Blüten besäte *Ledum* ändert wenig an der düstern Stimmung des Ganzen. Nur die Teiche, auf deren Dämmen als treue Wächter die altberühmten Sommereichen ruhen, mit den schönen Beständen der wasserliebenden Gewächse, bringen eine angenehme Abwechselung in diese Einförmigkeit.

Es wurde schon erwähnt, daß der Zusammensetzung nach die Moore weder als Niederungsmoore (Drude l. c. 224) noch als Gebirgsmoore (Hochmoore des Berglandes, Drude l. c. 225) bezeichnet werden können. Sie bilden eben eine eigene Kategorie, die vieles mit den erstern gemeinschaftlich hat, ich nenne von den Leitarten, deren Areal nach Drude nordatlantisch ist, die am häufigsten vorkommenden und zwar: *Hydrocotyle*, *Rhynchospora alba*, *Ledum palustre* nebst dem *Lycopodium inundatum* etc., im Wesen sich aber noch mehr den Berglands-Heidemooren mit Leitpflanzen borealen und alpinen Charakters annähert.

Empetrum nigrum, die schwarze Krähenbeere, fehlt in allen Mooren unsers Gebietes vollständig; es ist dies ein gutes, aber seltenes Beispiel solcher Arten, die in den Mooren der Gebirge verbreitet sind, aber auf die Moore des untersten Berglandes (unter 500 m, vgl. auch Drude l. c. 224) nicht hinabsteigen. Dies ist um so merkwürdiger, als andere Pflanzen, wie z. B. die *Willemetia*, die der höhern Waldstufe des Böhmerwaldes eigen ist, oder das aus der subalpinen Felsformation stammende *Lycopodium Selago*, daselbst vorkommen.

Die größten und tiefsten Heidemoore, von denen man annehmen muß, daß sie seit undenklichen Zeiten bis auf unsere Tage unverändert erhalten blieben, sind wenigstens stellenweise sehr naß, haben Lachen und Tümpel, oft mit schwarzem, fettem Wasser, in welchem *Utricularien* mit schönen gelben Blüten

wuchern, und an deren Rändern *Drosera*-Arten, *Carex filiformis* oder *Pseudocyperus* siedeln. Öde Eintönigkeit ruht über dem ebenen Gelände, und wenn ein kühner Wanderer solche schaukelnde, oft durch schwimmendes Moos verdeckte Stellen betritt, wehe ihm! Sickernd treten die durchnäßten Moospolster, die der Körperschwere eine zu schwache Stütze gewähren, auseinander. Es genügt ein einziger Schritt, und der schlammige, lockere Torf, der hier und da auch auf der Oberfläche schwarz erglänzt, verschlingt die ungewöhnliche Last! Stellenweise bilden sich auf solchen Stellen auch kleinere, der folgenden Formation sich anschließende *Cariceten*, die aus großen Bülten zumeist der *Carex filiformis, canescens, Eriophorum vaginatum, alpinum, Scirpus pauciflorus* gebildet werden; zwischen ihnen kommt manchmal überhaupt keine andere Vegetation zum Vorschein.

Der elastische, wellenartig unter den Füßen schwankende Boden verrät häufig ein totes Moor dort, wo jetzt Wiesen, Weiden oder Felder sich befinden. Auch die holprige Oberfläche der Moosmoore ist ein gutes Unterscheidungsmerkmal von den Wiesenmooren (sauren Wiesen). Dies rührt davon her, daß zunächst das ganze Moor in seiner Mitte schneller und daher auch höher wächst, überdies, daß längs der einzelnen Sträucher, die so häufig eingestreut in den Heidemooren vorkommen (*Salix, Betula, Pinus, Ericaceae*) die Moospolster höher emporwachsen, wodurch stellenweise die unregelmäßige, höckerige Gestaltung hervorgebracht wird. Ferner bilden bei den trockenern Heidemooren, besonders bei den *Calluna*-Heidemooren, die rotgelben Ameisen (*Lasius flavus*-Formen) die bekannten *Calluna*-Hügelchen, wie dies besonders in den Heiden allgemein beobachtet werden kann. Endlich werden auch wahrscheinlich die lokalen Verschiedenheiten in den dem Torfe unterlagerten Schichten (ob eine Sand- oder Tonschicht unterlagert ist, wie mächtig sie ist, welche Beschaffenheit sie aufweist, ob sie Risse hat etc.) von großem Belang sein.

Die großen, auf den Heidemooren vorkommenden Rasenbildner wurden schon teilweise genannt. Die robuste *Carex filiformis (= lasiocarpa)*, deren lange, rinnige Blätter kaum breiter sind, als die dünnen schlanken Halme, ist nebst der genannten *Carex canescens*, dann der *C. paradoxa, teretiuscula, paniculata* besonders zu erwähnen. Dazu tritt eine ganze Schar von kleinen Arten, von denen *C. chordorrhiza* und *pauciflora*, beide als Seltenheit bei St. Veit, die merkwürdigsten sind; die erstgenannte weist sonst ein nordisches Areal auf, die letztere ist dadurch interessant, daß sie fast nie von den Heidemooren der Gebirge unter 800 m herabsteigt; es kommt ihr ein boreales Areal zu, ebenso wie der aus dem Gebiete angegebenen *Carex limosa*, die ebenfalls die erwähnten Moorlachen und Moorsümpfe bewohnt, und zu der sich bei Lásenic schon außerhalb unseres Gebietes, aber unter denselben Standortsverhältnissen die boreale *Scheuchzeria palustris* gesellt. Sonst haben die drei letztgenannten Arten, obwohl sie im Gebiete sehr selten sind und erst in

den Filzen des Böhmerwaldes häufiger werden, eine weit größere Verbreitung als die *Carex chordorrhiza*, die daselbst fehlt. Die andern *Carex*-Arten sind schon verbreiteter wie die *Carex pulicaris*, besonders aber die *Carex stellulata* und *panicea*, denen sich dann *Carex flava*, *Oederi*, *vulgaris*, *Juncus filiformis* anreihen. *Rhynchospora alba* kommt gewöhnlich in nassen Sphagneten vor; dieselbe ist für die Niederungsmoore bezeichnend, ebenso wie die weit seltenere *Rh. fusca*, die schon hinter der Grenze unseres Gebietes bei Platz entdeckt wurde. Das *Sedum villosum*, das in den Torfgräben des Böhmerwaldes nicht so selten ist, ist im Gebiete sehr zerstreut und eigentlich nur auf einer Torfwiese bei Spolí und dann erst bei Gratzen sichergestellt. Eine der interessantesten Moorspezies ist die niedrige heidelbeerblättrige Weide *(Salix myrtilloides)*, eine boreale Art, die merkwürdigerweise bei Wittingau an einer Torfwiese beim Světteiche vorkommt[1]).

Da die Schilderung der interessantesten Heidemoore später in topographischen Florenbildern folgen wird, wollen wir uns nur auf die Aufzählung der Haupttypen beschränken. Als besondere Facies wären hervorzuheben:

1. Moos-Typus. Dieser Typus erscheint meist dort, wo sich das Moor noch in voller Kraft befindet; es herrschen daselbst Moosarten, besonders *Sphagnum*-Arten, zu denen sich *Hypnum* - *Polytrichum* - Arten, *Philonotis*, *Dicranum palustre*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Aulacomnium palustre* etc. gesellen. Bei Gratzen tritt stellenweise an die Stelle des Sumpfmooses das Lebermoos, *Jungermannia Taylori* var. *anomala* und eine Menge von kleinen Cephalozien. [Velenovský Böhm. Akademie Kl. II. IX. 28 (1900)].

Von den *Sphagnum*-Arten, die in allen Farbennuancen von Grün bis Dunkelrot prangen, kommen im Gebiete vor (geordnet nach Velenovský: Moose Böhmens 1897): *Sphagnum cymbifolium* mit den Varietäten *medium* und *papillosum*, *acutifolium* mit der Varietät *quinquefarium*, *fimbriatum*, *squarrosum*, *teres*, *contortum* mit der Varietät *subsecundum* und *laricinum*, *cuspidatum* mit der Varietät *recurvum*.

In diesen Moosmooren kommen auch die seltensten Moosarten vor, entweder zwischen den *Sphagnum*-Polstern oder in den Moorlachen, in den Gräben auf dem bloßgelegten Torfe etc. Einige derselben werden später erwähnt. Nur selten fehlen *Drosera*-Arten (*D. rotundifolia*, *longifolia* und der Bastard *D. obovata)*, die durch ihre rote Färbung von weitem von der andern Vegation auffallend abstechen. Sonst sind am häufigsten solche Arten, die in den Moospolstern entweder herumkriechen oder

[1]) Es ist interessant, daß zuerst die *Salix onusta (aurita* × *myrtilloides)* aus der Wittingauer- oder Chlumecer Gegend ohne nähere Standortsangabe bekannt wurde, von Breitenlohner nach Woloszczak angegeben; erst einige Jahre danach wurde die echte *S. myrtilloides* von Vandas gefunden.

mit ihnen emporzuwachsen vermögen und so eigentlich, wenn auch in ganz geringem Maße „torfbildend" sind, wie einige kleine *Carex*-Arten *Juncus filiformis*, *Rhynchospora alba*, *Viola palustris*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Andromeda poliifolia*, *Potentilla palustris* (= *Comarum*) etc. In den Moorlachen kommt das *Lycopodium inundatum* zerstreut vor. Die größern Wassertümpel beherbergen *Utricularien*, von denen die interessante, in Böhmen nur auf unser Gebiet beschränkte, aber daselbst nicht seltene, nordische *Utr. ochroleuca (= brevicornis* Čel.*)* in erster Reihe zu nennen ist; überdies trifft man da die schöne *Hottonia palustris*, mitunter auch *Carex Pseudocyperus*, *Eriophorum gracile*, *alpinum* und zahlreiche andere *Cyperaceen* und *Juncaceen*. Auch *Naumburgia thyrsiflora*, *Scutellaria galericulata* ist auf solchen Stellen häufig.

An einem Teiche hinter Wittmannov, wo früher ein Wiesenmoor an ein Röhricht grenzte, merkt man, wie sich auf dem vormaligen Wiesenmoore teilweise auch in der Röhrichtformation nach starkem Herabsinken des Wasserspiegels ein ähnliches Sphagnummoor bildet, in dem noch einige Arten der saueren Wiesen (z. B. *Myosotis caespitosa*. *Menyanthes trifoliata)* vorkommen, und wo z. B. auch *Nymphaea alba* in einer blühenden Landform zahlreich vorhanden ist.

Durch die künstliche Wasserableitung werden diese *Sphagnum*-Moore, die vormals zu dem verbreitetsten Typus gehörten, von Jahr zu Jahr seltener und beschränken sich stellenweise nur auf kleine Stellen inmitten von trockenern Heidemooren. Die bereits erwähnten Sumpfmoore sind eine Extremform der nassen Moosmoore.

2. Typus der zwergstrauchigen und strauchigen *Ericaceen*. Zahlreiche *Ericaceen*, besonders aber das schöne *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Vitis idaea*, *(Myrtillus)*, *Calluna vulgaris*, *Andromeda poliifolia*, *Oxycoccos palustris* bedecken weite Flächen. Zu ihnen gesellen sich gewöhnlich einzeln oder in kleinern Gruppen stehende Sumpfkiefern. Interessant sind die gewöhnlich mehrere m großen, ziemlich reinen Bestände der *Andromeda poliifolia*, einer zwar kleinen Ericacee, die aber durch ihr sehr geselliges Vorkommen schon aus der Ferne einen ganz eigenartigen Eindruck gewährt und durch die zwar schmalen und kleinen, am Rande umgerollten, aber unterseits stark bläulich bereiften Blätter, die wie die jungen Triebe überhaupt hinaufgerichtet sind, auffällt. Die Rauschbeere *(Vaccinium uliginosum)* bildet dichte, kreisförmige Gestrüppe von mehreren Metern im Durchmesser. Von dem *Ledum* war schon früher die Rede.

3. *Calluna*-Typus[1]. Dieser Typus steht schon den Heideformationen, speziell der *Calluna*-Heide sehr nahe und unter-

[1] Bei dieser Gelegenheit können wir nicht unerwähnt lassen, daß von den zahlreichen, den Heidemooren gegebenen Namen nicht alle gleich zutreffend sind. Die in der neuern Zeit fast allgemein verworfene Benen-

scheidet sich von demselben im Wesen nur dadurch, daß daselbst noch ein Leben der Moose *(Sphagnum)* herrscht, was bei den echten Heiden nicht der Fall ist. Natürlich ist die Torfbildung bei weitem nicht so intensiv und beschränkt sich zumeist auf die bekannten Hügel, die mit *Sphagnum, Oxycoccos, Drosera, Vaccinium Vitis idaea, uliginosum, (Myrtillus), Andromeda, Calluna* bewachsen sind und sich bei langsam abnehmender Feuchtigkeit in echte *Calluna*-Hügelchen umwandeln. Die *Sphagnum*-Polster sterben ab, und an ihre Stelle treten einige *Polytrichum*-Arten (manchmal auch *Racomitrium lanuginosum)*; *Oxycoccos, Andromeda, Drosera* sterben ebenfalls ab, ihren Platz nimmt die *Calluna* oder *Hieracium Pilosella, Potentilla Tormentilla* (die nur selten in den Heidemooren fehlt), *Antennaria dioica, Deschampsia flexuosa, Nardus stricta* ein. Auf den freien Plätzen, wo früher verschiedene *Cyperaceen* wuchsen, blieben nur wenige *Carex-, Eriophorum-* und *Juncus*-Arten übrig. Dafür fehlt dann selten die großblütige *Arnica montana.*

Diese *Calluna*-Moore kommen manchmal neben den Moosmooren (Kat. II) auf einem sanft ansteigenden Terrain vor. Mitunter bilden sie einen ausgesprochenen Übergang zu den echten Heiden. Oft finden sich kleine feuchte Stellen, welche der Flora nach der vorigen Kategorie angehören. Schöne *Calluna*-Moore befinden sich z. B. bei dem Teiche „Ptačí Blato;" daselbst kann man auch beobachten, wie aus den mächtigen, verfilzten Grundstöcken einiger *Carex*-Arten, die vor Jahren im Wasser standen und jetzt im Absterben sind, sich langsam die ganz typischen *Calluna*-Hügelchen entwickeln. Ein ganz eigentümlicher Anblick ist es, zu beobachten, wie auf einem solchen *Carex*-Bülten, der zwar schon größtenteils abgestorben ist und langsam vertorft, der aber trotzdem noch hier und da eine kleine sterile Blattrosette hervorbringt, sich andere Pflanzen *(Calluna, Drosera, Oxycoccos)* ansiedeln, eine Erscheinung, die ich bisher nirgends erwähnt gefunden habe. Ein Analogon dazu sieht man auf dem „Roten Moos", wo sogar die äußerst robusten abgestorbenen Bülten des dort bestandbildenden *Eriophorum vaginatum* mit *Sphagnum* langsam überwachsen werden.

4. *Eriophorum vaginatum*-Typus und *Cyperaceen*-Typus. Diese Fazies, die wir schon früher kurz erwähnten, ist besonders in dem „Roten Moos" sehr typisch entwickelt; nicht selten bildet sie sich auch auf den durch Torfstich entblößten

---

nung „Hochmoore", welche dem Laien Anlaß zur Verwechselung mit den hochgelegenen Mooren überhaupt geben könnte, und die z. B. noch Drude benutzt, scheint mir als ein Name für alle „Heidemoore" nicht so unpassend zu sein, da derselbe auf ihre Entstehung über dem Wasserniveau hinweist. Die Benennung „Heidemoore" könnte ja ebenfalls die Laien verleiten, selbe als Moore, die eine Heidevegetation tragen, zu betrachten, was nicht immer richtig wäre. Für den ersten Typus dürfte der Name Moosmoore, für den *Ericaceen*-Typus mit Vorwiegen der halbstrauchigen und strauchigen Gewächse der Name Heidemoore und für diesen letzten Typus der Name *Calluna*-Moore bezeichnender sein.

Moordämmen. Die Begleitpflanzen sind nicht überall gleich; auf manchen Stellen bildet das *Eriophorum vaginatum* reine Bestände, auf andern dringen wiederum viele Arten der benachbarten Moorflora ein. Ja sogar verschiedene Unkräuter können vorkommen (beim Torfstechen werden stets viele von ihnen eingeschleppt). Auf andern Stellen kommen wiederum andere *Cyperaceen* vor. So ist es die mehrmals erwähnte *Carex filiformis*, die ähnlich dem *Eriophorum* oft ziemlich reine Bestände bildet. Mit Vorliebe siedelt sie sich an Teichrändern oder bei den Moortümpeln an. Die einzelnen hohen Rasen verbindet in der Regel ein schwarzer, schlammiger Torf, der äußerst leicht durchbricht. Auch *Carex ampullacea*, *vesicaria*, andere *Eriophorum*-Arten kommen auf solchen Stellen vor. Dieser Typus bildet oft einen ausgesprochenen Übergang zu der folgenden Formation.

5. Die Legföhren-Bestände. Dieselben sind im Gebiete nicht so häufig, indem die Legföhre (Sumpfkiefer) öfters einzeln oder in kleinern Rudeln vorkommt. Die niedrige Form derselben ist z. B. bei Šalmanovic oder Borkovic entwickelt. Bezüglich ihres Unterwuchses stimmt sie am meisten mit dem *Ericaceen*-Typus, mit dem sie ähnliche Lebensbedürfnisse hat, überein. Sehr interessant sind die großen Bestände der *Pinus uncinata rotundata f. pyramidata*. Es ist das ein hoher schlanker Baum, mit aufrechtstehenden Ästen, der durch das Dunkelgrün seiner kurzen Nadeln gleich auffällt. Eine nähere Schilderung dieser Bestände wird in der II. Abt. folgen.

Es erübrigt noch, die Waldmoore zu erwähnen, also die Heidemoore, die inmitten der Wälder, seien es schon Kiefern- oder Fichtenbestände sich befinden. Inbezug auf ihre Flora gehören sie zumeist zu einem von den angeführten Typen; eine einheitliche Fazies bilden sie durchweg nicht. Wo solche Moore entwickelt sind, verkümmern die Waldbäume; in manchen Fällen ähneln sie Bäumen von hohen, dem Winde frei ausgesetzten Lagen, in andern Fällen sieht man nur schon abgestorbene, von Flechten, besonders *Parmelia physodes*, *Evernia* etc. eingehüllte Stämme und Äste: gewiß ein trauriger Anblick. Die Kiefer (obwohl sie im Vergleiche mit der mesophilen Fichte in der Regel xerophil ist), ist viel härter und hält sich auf solchen Stellen bedeutend länger. Im ganzen gilt als Regel: Je tiefer das Moor, desto niedriger der Baumwuchs.

2. Formation der rasenbildenden, nicht geschlossenen *Cyperaceen*.[1]

Wie schon früher hervorgehoben wurde, hat diese Formation sehr viele Beziehungen zu den Heidemooren, manchmal auch zu den Wiesenmooren, aber weicht von diesen beiden Ve-

[1]) Vgl. auch bei Drude: Deutschlands Pflanzengeographie. I. S. 364 die Schilf- und Röhrichtformation a) Moortypus.

getationsformen schon dadurch ab, daß sie niemals einen geschlossenen Bestand bildet. Es sind zwar ähnliche Cariceten, wie sie hier vorkommen, auch aus andern Gegenden Böhmens bekannt und werden zu der Formation der Röhrichte oder der Sumpfpflanzen (manchmal auch schlechthin zu den Wiesenmooren) gerechnet. In der Wittingauer Mulde bilden aber diese *Cariceten* und *Eriophoreten* einen sehr verbreiteten Pflanzenverein und bewahren stets ihren eigenartigen Charakter, haben eine dauernd gleichartige Zusammensetzung und müssen daher als eine den Heide- und Wiesenmooren gleichwertige Formation bezeichnet werden. Manche Teiche sind ganz mit Röhrichten von *Typha*, *Acorus*, *Glyceria*, *Phragmites*, *Equisetum*, *Iris*, *Phalaris*, *Scirpus* etc. verwachsen; in andern, immer natürlich nur im seichten Wasser oder auch nur auf nassem, meist torfigem Boden, übernehmen die Arten dieser Formation ihre Aufgabe. Das Wasser kann zeitweise auch ganz verschwinden und die einzelnen Bülten sind nur durch schlammigen oder kotigen Torf verbunden oder durch ein Gemisch von Torf und Sand, auf dem sich bald einige Sumpfpflanzen zeigen *(Naumburgia thyrsiflora*, *Menyanthes trifoliata*, *Peucedanum palustre*, *Veronica scutellata*, selten auch *Rhynchospora alba)*, zumeist Arten, die natürlich nur auf dem nichtkalkhaltigen Substrat und öfters in den Heidemooren, seltener in den Wiesenmooren erscheinen. Die Bestände der ausläufertreibenden *Eriophorum*-Arten *(Erioph. latifolium*, *angustifolium*, selten an der Grenze der Heidemoore auch *Eriophorum gracile* oder das dichtrasige *E. vaginatum)* haben zwar nicht ganz dieselbe Physiognomie, da sie stellenweise fast geschlossen sind, können aber trotzdem nur hierher gerechnet werden. Manchmal kommen zwischen ihnen auch *Sphagnum*-Polster vor, die dann einen Beweis dafür abgeben, daß sie mit den Wiesenmooren nicht vereinigt werden können. Die Arten dieser Formation können aber zeitweise auch ziemlich hoch überschwemmt werden, ohne daß sie absterben müßten. In beiden Extremfällen beobachtet man, daß sie sehr wenig, oder überhaupt nicht blühen. Die Bülten der großen Arten können mehrere dm hoch werden, und bieten uns oft die einzigen festen Stützpunkte, die die Last unseres Körpers ertragen; dieselben benützend, kann man oft tief in den Teich hineindringen.

Wenn solche *Cyperaceen*-Bestände schon auf naßem, sehr selten überschwemmten Boden entstehen, dringen oft zahlreiche Gräser und andere Moor- und Sumpfpflanzen in dieselben. Ja in den Tümpeln, die zwischen den großen Rasen der einzelnen Arten mitunter vorkommen, erscheinen auch *Utricularien*, *Potamogeton*, *Hottonia*, *Myriophyllum*, im klaren Wasser und bei mehr sandigem Boden *Nitella flexilis*.

Die Hauptbestandteile dieser Formation wären:

Carex filiformis, häufig, ihre großen Bülten sind besonders robust und bilden ganze Bestände.

Carex acutiformis, mit unterirdischen Ausläufern.

Carex stricta, ziemlich selten, bildet mächtige Rasen.
" *riparia*, bisher bloß bei Lomnic konstatiert.
" *acuta, vulgaris, teretiuscula, canescens.*
Eriophorum angustifolium, latifolium häufig, *gracile* selten.
Calamagrostis lanceolata. nur bei Lomnic.
(Deschampsia caespitosa). (Rhynchospora alba). (*Poa palustris).*

3. Wiesenmoore.

Die Heidemoore in ihrer typischen Ausprägung sind von den Wiesenmooren vollkommen verschieden und streng gesondert, übergehen aber unter Umständen in die eben angeführte Formation, die sie nicht selten wieder indirekt mit den Heidemooren verbindet. Wiesenmoore entstehen (wie auch in der Regel die vorige Formation) infraaquatisch, also auf Flächen, die sich wenigstens zeitweise unter dem Wasserspiegel befinden. Wenn der Wasserstand bedeutend niedriger wird, können sie sich noch lange Zeit erhalten. Zu den Wiesenmooren werden gewöhnlich auch alle nassen Wiesen, bei denen fast immer infolge des Stagnierens des Wassers eine geringe Torfbildung vor sich geht gerechnet; wir meinen aber in erster Reihe die echten saueren Wiesen, auf denen süße Gräser eine ganz untergeordnete Stellung einnehmen. Daß das Vermögen derselben, das Wasser und somit auch die Nahrung durch die Kapillarität aus den untern Bodenschichten herauszusaugen so sehr gering wäre, konnte ich nicht beobachten. Besonders dort, wo rasenbildende Arten auftreten, die sich auf mächtigen, verfilzten Polstern emporheben, kann das Wasser ziemlich leicht kapillar gehoben werden; bei Pflanzen, die nicht tief wurzeln und keine besondere Einrichtung für die Wasseraufnahme haben, trifft natürlich dieser Fall nicht zu.

In den Wiesenmooren, deren Torfbildung im Gebiete manchmal eine ganz bedeutende ist, sind gegen die Heidemoore auch zahlreiche *Gramineen* vertreten. *Agrostis*-Arten, *Deschampsia caespitosa*, *Poa palustris*, *trivialis*, *Molinia*, aber auch *Nardus* spielen dabei eine wichtige Rolle. *Cyperaceen* sind stark vertreten, zumeist in andern Arten als in den beiden vorangehenden Formationen; überdies bilden sie stets im Verbande mit andern Stauden und Kräutern eine zusammenhängende Pflanzendecke, die ziemlich eben und in ihrem Gesamteindruck, abgesehen von der meist mehr trübgrünen Farbe, einer Wiese ähnlich ist. Die Wiesenmoore werden größtenteils zweimal oder auch nur einmal abgemäht, aber ihr Gras ist besonders in trocknen Jahren so sauer und schlecht, daß es sich als Viehfutter nicht gebrauchen läßt; es wird dann nur wie das natürlich noch schlechtere Gras der vorigen Formation, welches auch manchmal abgemäht wird, höchstens als Streu benutzt.

Die Wiesenmoore beherbergen dort, wo die *Cyperaceen* oder seltener auch *Juncaceen* nicht gar zu viel wuchern, eine buntere

Flora: es kommen auch schon *Orchideen*, allerdings nur vereinzelt vor. In folgendem wollen wir nur die Charakterarten der Wiesenmoore anführen, da sonst das Verzeichnis zu groß und bedeutungslos wäre:

Orchis Traunsteineri. Selten auf einem Wiesenmoore hinter dem Svět-Teiche, von Velenovský für Böhmen entdeckt. Eine interessante Art mit nordischem Areal, die sich zu den zahlreichen andern nordischen (und z. T. alpinen) Elementen der Moorflora unseres Gebietes anreiht.

Gymnadenia conopea. Sehr selten auf einer torfigen Wiese bei dem Teiche Svět mit *Scorzonera humilis*, *Equisetum silvaticum* etc. Ist für das Gebiet neu, da sie erst hinter den Grenzen desselben bei Gratzen angegeben wird.

Orchis latifolia. Im ganzen Gebiete zerstreut, durchweg nicht häufig.

Iris sibirica. Selten bei Soběslau und Wittingau, auf den Standorten aber zieml. zahlr. und herrlich blühend.

Viola stagnina. Nur auf der Westseite des Záblat-Teiches.

Potentilla palustris. Nicht selten, häufiger jedoch in den Heidemooren. *P. anserina (discolor* und *concolor)* sowie *P. reptans* natürlich gemein.

Menyanthes trifoliata. Häufig und verbreitet.

Peucedanum palustre. An nassen Stellen, hier und da, häufiger in den Heidemooren und allgemein an den Teichrändern.

Cardamine paludosa. Bei dem Rosenberger Teiche; kommt in Böhmen häufiger nur in niedrig gelegenen Wiesenmooren (Elbtal etc.) vor.

Erythraea ramosissima. An dem Schwarzenberger Teiche bei Veselí. Um so interessanter, da im Gebiete solche Arten, welche den Salzboden bevorzugen, äußerst selten sind. Es fehlt auch *Trifolium fragiferum*, *Tetragonolobus siliquosus* etc. Dafür kommt wieder

Taraxacum palustre auf den Torfwiesen bei dem Rosenberger Teiche vor; wurde bisher nicht aus dem Gebiete angegeben.

Juncus alpinus (=fuscoater) sehr zerstreut, z. B. bei Lomnic, eine Art, die aus den Niederungsmoorwiesen bis in die subalpine Region steigt. Ist gewöhnlich häufiger in den Heidemooren, woselbst ich sie aber im Gebiete nicht beobachtete, was ja bei ihrem sporadischem Vorkommen daselbst nicht zu verwundern ist.

Lotus uliginosus wurde als Seltenheit einmal bei Wittingau gesammelt; ist sehr häufig und charakteristisch für das ganze Brdygebirge und kommt auch zahlreich in der Pilsner Gegend bis auf den Fuß des Böhmerwaldes vor. Daselbst wurde er aber bisher nicht beobachtet.

Senecio barbareaefolius. Auf den Wiesenmooren zerstreut, viel häufiger als auf den Heidemoorwiesen.

Parnassia palustris. Häufig und verbreitet.

Colchicum autumnale. Wird aus dem Gebiete nicht angegeben, kommt aber nach Mitteilung des Herrn Fr. Buzek bei Wittingau (Hradeček) und hinter den Grenzen des Gebietes bei Neuhaus vor. Seine Verbreitung in Südböhmen deckt sich fast vollständig mit der des *Lotus uliginosus.*

Myosotis caespitosa. Durch das ganze Gebiet zerstreut, nicht selten!

Lychnis flos cuculi, Equisetum palustre, Carex vesicaria, ampullacea, brizoides, Davalliana, pulicaris, panicea, hirta, Scirpus silvaticus, selten *radicans, Juncus*-Arten.

Cirsium canum seltener. *Rhinanthus minor*, ganze Bestände bildend; gehört zu den seltenen einjährigen Pflanzen in den Moorformationen (besonders in den Heidemooren sind die Arten fast durchweg perennierend).

Pedicularis palustris allgemein verbreitet, *Ped. silvatica* sehr selten.

4. Erlenbrüche.

Die Erlenbrüche wollen wir als die Hauptrepräsentanten der Bruchwaldflora im Gebiete anführen. Sie nehmen zwar nicht große Flächen ein, sind aber für die Teichgegend von Veselí, Wittingau und Gratzen sehr bezeichnend und treten in solcher Zusammensetzung, wie sie daselbst vorkommen, kaum anderswo in Böhmen auf. Es sind das niedrige Laubwälder, seltener auch Hochwälder; aber außer dem Baumwuchse haben sie mit den andern Waldformationen fast garnichts gemein. In solcher Gestalt, wie wir sie daselbst treffen, müssen sie in die größte Nähe der Heidemoore und Sumpfpflanzenvereine eingereiht werden. Aus andern böhmischen Waldformationen zeigen nur die bekannten Haine im mittlern und obern Elbtale einige, allerdings nicht zu große Beziehungen zu ihnen. Die Erlenbrüche treten im Gebiete stets auf Torfboden auf und zeigen überhaupt eine recht nahe Verwandtschaft zu den Heidemooren. Sie sind (wie Bruchwälder überhaupt) charakterisiert durch die größte Bodennässe, die noch den Baumwuchs möglich macht; ihre Vegetation ist die üppigste, der wir im ganzen Gebiete begegnen. In dem aus Torf bestehenden Substrat sind die obern Schichten mit dem aus dem jährlich herabfallenden Laube sich bildenden Humus gemischt, stellenweise ist auch Sand beigemengt.

Die Flora weist nebst zahlreichen Charakterarten viele gemeinschaftliche Arten mit den Sumpfmooren (S. Form. 1) auf. Ja sogar auch *Sphagnum-, Hypnum-, Gymnocybe-* und *Polytrichum*-Polster kommen vor, dafür fehlen aber die in den Heidemooren vorkommenden Heidepflanzen vollständig. (Vgl. indessen P. Graebner: Die Heide Norddeutschlands S. 264 [1901]).

Nebst der Schwarzerle kommen von den Bäumen und Sträuchern in den Erlenbrüchen besonders häufig *Prunus Padus, Alnus viridis, (incana), Salix*-Arten, besonders die schöne *S. pentandra*, die überhaupt den Torfboden sehr bevorzugt, *Frangula*

Alnus, *Rubus Idaeus* vor. Einzelnstehende Birken, Kiefern oder Eichen sind stellenweise auch vorhanden.

Der Unterwuchs der Erlenbrüche ist immer sehr üppig und saftig; stellenweise bedeckt große Flächen ausschließlich *Carex brizoides*, die mit ihren kriechenden Rhizomen das Substrat ganz durchsetzt. Die an erster Stelle zu nennende Charakterart ist aber die prachtvolle *Calla palustris*, die mit ihren saftigen, breiten, herzförmigen Blättern auf sehr nassen, sumpfigen Stellen sehr gesellig vorkommt; von dem Grün ihres Laubes stechen wunderschön die den Kolben umgebenden, innen rein weißen (außen grünlichen) Blütenscheiden ab.

Diese Erlenbrüche mit versumpftem Boden besitzen verhältnismäßig sehr wenig solcher *Gramineen*, die auf den Wiesen durch ihr geselliges Vorkommen an der Bildung der geschlossenen Grasteppiche sich beteiligen. Dafür treten hier meist nur große, langhalmige Grasarten, so z. B. *Deschampsia caespitosa*, *Calamagrostis*, *Glyceria fluitans* etc. auf.

An manchen Stellen blickt der weiche, schlammige Torf durch. Solche schaukelnde Erlenbrüche kann man nur sprungweise von einer Erle zur andern durchstreifen, da die schlammige Oberfläche unter der Körperlast sofort auseinandergehen würde.

Das Pflanzenleben in diesen Erlenbrüchen, wo nebst der ständigen Nässe auch eine Dämmerung herrscht, ist ganz eigenartig, und ich wüßte nicht, mit welch anderer Formation man diese Pflanzengesellschaft vergleichen könnte. Dem anhaltenden Schatten entsprechend, kommen hier zahlreiche Schattenpflanzen vor. Andere Pflanzen treten hier gewöhnlich in großen Formen auf; beispielsweise erinnern wir nur an die *Potentilla palustris*, welche nicht selten einen strauchartigen Wuchs aufweist. Die Üppigkeit dieser Formation zeigt sich auch dadurch, daß die Erlen von unten hoch hinauf mit Moosen, ja sogar mit zahlreichen Blütenpflanzen bewachsen sind. Große Farne mit meterlangen Blättern neigen sich von diesem, mit Moos überwachsenen Erlengrunde zur Erde nieder; ganze Kolonieen von *Circaea*-Arten finden hier ihren Zufluchtsort; manchmal erscheint auf verwesendem Holze, das teilweise von *Tetraphis pellucida* überzogen ist, in dichten Gruppen die gelblichgrüne *Stellaria Friseana*.

Die Charakterarten dieser Formation sind:

Alnus glutinosa.

„ *viridis*, durch das ganze Gebiet zerstreut, manchmal schön fruchtende Bäumchen, sicher einheimisch. Ein hochinteressanter, alpiner Baum, dessen Standorte im Gebiete in ziemlich niederer Lage (ca. 450—500 m) wohl nur als Reliktenstandorte aus der Glacialzeit anzunehmen sind, was auch bei manchen andern, hier vorkommenden Arten zutrifft.

Frangula Alnus fast in jedem Erlenbruche.

Prunus Padus, ziemlich häufig.
Rubus Idaeus, „ „
Calla pallustris häufig, mitunter kommen auch Formen mit doppelten Blütenscheiden vor, was von einer besondern Üppigkeit Zeugnis gibt.
Aspidium cristatum, sehr zerstreut, eine merkwürdige Art, die hier im tiefen, sumpfigen Torf, also unter ähnlichen Verhältnissen wie in den Sumpfmooren vorkommt, anderseits aber auch auf mäßig feuchtem Sande in schönen, großen Formen zu finden ist (z. B. bei Gratzen).
Aspidium spinulosum. Nicht selten.
Athyrium filix femina. „ „
Caltha palustris. Sehr häufig. Umfaßt mehrere Formen.
Stellaria Frieseana. Sehr zerstreut.
Peucedanum palustre. Sehr häufig.
Angelica silvestris. Zerstreut.
Pimpinella magna. „
Senecio crispatus. Zerstreut, sowohl in der Form, deren Blätter wellig gekraust sind, und von denen die mittleren einen breitgeflügelten, ebenfalls gekrausten Blattstiel besitzen, als auch in der Form mit ziemlich flachen Blättern und breitgeflügelten Blattstielen (*Cineraria rivularis* W. K.)
Carex brizoides, nicht selten.
„ *elongata*, zerstreut.
Deschampsia caespitosa. Häufig.
Glyceria fluitans. Nicht selten.
Potentilla palustris. Verbreitet.
Spiraea Ulmaria, zumeist var. *denudata*, häufig.
Naumburgia thyrsiflora. Zerstreut.
Solanum Dulcamara. „
Iris Pseudacorus. „
Polygonum minus. „
Galium palustre. Häufig.
„ *uliginosum*. „
Ranunculus Flammula. „
Lycopus europaeus „
Lysimachia vulgaris. „

5. Formation der Wasserpflanzen.

Diese Formation ist zwar sehr verbreitet und nimmt mit andern. wasserliebenden Formationen den Hauptanteil an der Physiognomie der ganzen Gegend. Aber trotzdem weist sie eine ziemliche Armut auf, was wohl in erster Linie durch das ziemlich rauhe Klima und das infolgedessen kalte Wasser, dann durch große Winterfröste bewirkt wird. Es ist eine lang bekannte Tatsache, daß die Wasserflora, abgesehen von den Algen, in höhern Lagen sehr arm wird und mit Ausnahme einiger weniger dem Hochgebirge eigenen Arten (*Isoëtes*-Arten, *Sparganium affine* etc.) fast völlig verschwindet. Die Seen des Riesengebirges und des Böh-

merwaldes bieten dazu den besten Beweis. Im Gebiete kommen wiederum in dieser Formation Pflanzen vor, die teilweise in den wärmern Gewässern der Niederungen heimisch sind (*Nuphar luteum*, *Nymphaea*) teilweise aber schon die kältern Gewässer des Berglandes bevorzugen, wie z. B. *Nuphar pumilum* oder *Callitriche hamulata*. *Limnanthemum nymphaeoides* und *Trapa natans*, zwei der interessantesten Charakterarten der Wasserflora Südböhmens, fehlen merkwürdigerweise vollständig; erstere kommt erst bei Neuhaus, letztere in den Teichen des Budweiser Kreises vor. Die größten Teiche (Rosenberger, Horusicer, Záblater Teich etc.) sind gerade die pflanzenärmsten, da von den Wasserpflanzen solche, die in dem Teichboden befestigt sind, überhaupt und die frei schwimmenden größtenteils das tiefe Wasser meiden. Dafür trifft man wieder eine ausgewählte Pflanzengesellschaft in den kleinern Teichen, in den Weihern, Wassertümpeln, Moorlachen, Drainagegräben etc., welche sich natürlich oft auch in der Nähe der größten Teiche vorfinden. Ja die, manchmal gar nicht tiefen Abzugsgräben beherbergen eine viel mannigfaltigere Wasserflora als die weite Teichfläche; ähnlich verhält es sich mit den Moorlachen.

Die Wasserpflanzen leben in diesen nassen Gräben, in den Tümpeln und Pfützen, vergesellschaftet mit den Vertretern der Röhrichte und der Sumpfpflanzen. Wird der Wasserstand zu niedrig, und trocknen die Weiher und die Lachen aus, so sterben die Wasserpflanzen gewöhnlich nicht ab. Die meisten erhalten sich beharrlich, solange der Boden nur ein wenig feucht ist; ja viele vermögen sich auch dem ziemlich trockenen Boden anzupassen, wie dies der bekannteste Fall bei *Polygonum amphibium* (*natans* und *terrestre*) beweist. Eine interessante Anpassung an den feuchten oder schlammigen Boden trifft man bei einigen Utricularien an; so beobachtete ich bei der *Utr. ochroleuca* eine merkwürdige terrestre Form, bei der die Blätter im Umfang bedeutend breiter und kürzer waren; ebenso waren auch die Blattabschnitte auffallend breit, was natürlich der Assimilation in dem veränderten Elemente entspricht. Einen gegengesetzten Fall, wo sich Landpflanzen in flutende Formen umwandeln und somit der Wasserflora beitreten, kann man z. B. bei *Litorella*, *Isolepis setacea*, *Sparganium simplex*, *minimum* beobachten.

Auch nach der Tiefe des Wassers bilden die Wasserpflanzen abweichende Formen; die Variationen betreffen zunächst die Konsistenz, die Länge, die Breite und die Teilung der Blätter; es sind dies Anpassungen, die schon mehrfach beobachtet und erklärt wurden, und es genügt für unsere Zwecke nur die lang flutenden Blätter einiger im tiefen Wasser flutenden Pflanzen zu erwähnen.

In den künstlichen Bächen, mit träge fließendem Wasser, sind Schwimm- und Tauchpflanzen ziemlich zahlreich vorhanden. Leider breitet sich von Jahr zu Jahr die *Elodea canadensis*, die zum erstenmale aus dem Gebiete im Jahre 1882 notiert wurde,

auf Unkosten anderer Wasserpflanzen mehr und mehr aus, so daß vorauszusehen ist, daß sie in der Zukunft die Mehrzahl ihrer Mitbewerber verdrängen wird.

Von den im Gebiete vorhandenen Wasserpflanzen haben nicht alle gleiche Bedürfnisse. *Montia minor* wächst beispielsweise auch in dem schwarzen, stehenden Wasser der Moorlachen, dagegen *Montia rivularis*, der sonst in Südböhmen ein recht ausgedehntes Areal zukommt, meidet stehende, faulende Gewässer, die an Sauerstoff und Kohlensäure arm sind, und bevorzugt reines, fließendes Wasser. Natürlich gehören beide Arten (oder besser Subspezies einer und derselben Gesamtart) nicht immer der Wasserflora an. Die im Gebiete sehr seltene *M. rivularis* sah ich nur einmal in dem Bache, welcher sich durch den Sand in einem dem Rosenberger Teiche anliegenden Kiefernwalde den Weg bahnt, umgeben von prächtigen Farnkräutern (*Aspidium spinulosum* var. *elevatum*. *Athyrium filix femina*. *Pteris*, häufig in einer Form mit wellig gekräuselten Blättern) und von ganzen Kolonien der *Stellaria Frieseana*.

Von den *Characeen* fehlen im Gebiete alle berindeten Arten, was bei absolutem Kalkmangel des Wassers leicht erklärlich ist. Die vorkommenden Arten (*Chara coronata*, *Nitella flexilis*) meiden das stehende Moorwasser.

Es wurden auch seitens des Garteninspektors J. Hedrich, dem ich so manche Angabe aus dieser Gegend verdanke, Versuche angestellt, die *Salvinia auriculata* und einige *Azolla*-Arten in den Teichen bei Wittingau heimisch zu machen. Die erstgenannte Art hielt sich ziemlich lange, aber die *Azolla*-Arten starben über den Winter durchweg ab, trotz ihrer äußerst intensiven Vermehrung: die Schuld daran trugen die Wasservögel, die sie mit Vorliebe fraßen, und der strenge Winter.

Pflanzen, deren Assimilationsorgane sich größtenteils über das Wasser erheben, werden zu den eigentlichen Wasserpflanzen nicht gerechnet.

Die wichtigsten Arten dieser Formation wären die folgenden:

1. *Lemna trisulca*. Sehr selten.
2. „ *minor*. Gemein. Umfaßt mehrere Formen.
3. „ *polyrrhiza*. Verbreitet. Für das Moorwasser besonders charakteristisch.
4. *Zanichellia palustris*. Stellenweise im stehenden oder langsam fließenden Wasser. Häufig z. B. im Goldbache, auch im Záblater- und Horusicer-Teiche bei Veselí.
5. *Potamogeton trichoideus*. Selten, z. B. bei Lomnic in einem Teiche („V Kolencích“). Scheint eine gegen den Norden Europas auffallend seltener werdende Art zu sein.
6. *Pot. obtusifolius*. Bisher nur bei Soběslau.
7. *P. alpinus (= rufescens)*. In reinem, fließendem Wasser selten. Bechyner Abflußgraben bei Wittingau.

8. *P. natans, lucens, crispus* verbreitet, *P. pusillus* sehr zerstreut, meist in größern Teichen.
9. *Sparganium simplex* var. *fluitans.* Selten z. B. Kleiner Tisý Teich bei Lomnic.
10. *Sparganium minimum* var. *fluitans.* Selten, z. B. in den Moortümpeln an dem St. Veit-Teiche bei Wittingau.
11. *Isolepis setacea* var. *fluitans.* Durch das Gebiet sehr zerstreut.
12. *Juncus supinus* var. *fluitans.* Selten, in einem Tümpel bei dem Rosenberger Teich; wird auf dieser Lokalität bald verschwinden, da der Wassertümpel langsam austrocknet.
13. *Hydrocharis Morsus ranae.* Selten. Teich Flughaus bei Lomnic.
14. *Elodea canadensis.* Gemein.
15. *Ceratophyllum demersum.* Wenig beobachtet (z. B. im Goldbache), wohl aber verbreitet. Das *C. submersum* ist für das Gebiet sehr zweifelhaft.
16. *Callitriche verna.* Verbreitet.
17. „ *hamulata.* In den Torflöchern, Torfgräben sehr zerstreut. Wurde auch im Goldbache bei Wittingau beobachtet, aber wohl nur herabgeschwemmt von den südlich gelegenen Torfböden (Vgl. Čelakovsky Prodr. 118).
18. *Callitriche stagnalis.* In den Wassergräben sehr selten.
19. *Polygonum amphibium (natans).* Verbreitet.
20. *Litorella iuncea* in ihrer flutenden Form, so z. B. im Jahre 1903 bei dem Svět-Teiche.
21. *Utricularia minor.* Zerstreut durch das ganze Gebiet.
22. *U. neglecta.* Häufiger als die vorige.
23. *U. ochroleuca (= brevicornis* Čel.*)*, die durch ihr boreales Hauptareal charakterisiert wird, kommt in dem Gebiete sehr zerstreut vor, häufig bei St. Veit, auch bei Borkovic etc. Alle *Utricalarien* lieben das oft stinkende und fette Moorwasser; nur *U. minor* scheint im Gebiete mehr reines Wasser zu bevorzugen, obschon sie auch in den Torflöchern durchweg nicht selten ist.
24. *Hottonia palustris.* In Torfgräben, Abflußgräben etc. zerstreut. Von den Teichen ist sie mir nicht bekannt.
25. *Batrachium aquatile.* Nicht selten, ähnlich wie die vorige Art.
26. Im Gebiete wird als allgemein verbreitet *Nymphaea alba* L. und als Seltenheit *N. candida* J. Sv. Presl angegeben. In der Tat könnte man aber daselbst eine Anzahl von Formen unterscheiden, von denen die eine die *N. alba* sensu stricto, die andere *N. candida* wäre; die andern blieben bisher unbeachtet, obschon sie mit der *N. candida* gleichwertig sind und gleichzeitig beweisen, daß selbe keine gute Art, sondern höchstens eine Subspezies der *N. alba* als Gesamtart darstellt. Es ist ja schon längst bekannt, daß die *N. alba* äußerst variabel ist.

27. *Nuphar luteum* ist nicht allgemein verbreitet, obschon auch häufig. Sehr schön und zahlreich z. B. im Neubache und überhaupt im fließenden Wasser häufiger, in den größern Teichen selten. Eine kleinblütige Varietät (*β. minus* Čel.) im Bache zwischen Veselí und Borkovic.
28. *Nuphar pumilum.* Selten. Im Goldbache zwischen Wittingau und dem Rosenberger Teiche (im Jahre 1860) und dann erst hinter den Grenzen des Gebietes bei Neuhaus und Platz.
29. *Montia rivularis* und *minor.* s. o.
30. *Myriophyllum verticillatum.* Zerstreut in den Wassertümpeln, in Moorsümpfen. Merkwürdigerweise wurde das *M. spicatum* im Gebiete nicht sichergestellt.
31. *Elatine*-Arten, die mitunter auch dieser Formation angehören, werden bei der Form. 8, wohin sie ihrer Hauptverbreitung nach gehören, angeführt.

Zahlreiche Algen. einige Moose.

Einige Ubiquisten wie *Veronica Beccabunga* etc.

6. Röhrichtformation.

Diese Formation ist ihrer Physiognomie nach von der vorigen wesentlich verschieden, obschon beide gewöhnlich eng aneinander grenzen und die Arten der vorigen Formation sogar auf die freien Plätze zwischen die Vertreter der Röhrichte hineindringen, wo sich die langen Blätter derselben im Wasser schön spiegeln, und wo bei seichtem Wasser auch mehrere Sumpfpflanzen vertreten sind, die wir, wie üblich, hierher rechnen.

Die vorige Formation wies teilweise robuste Pflanzen auf deren Stengel im Schlamme des Teichbodens kriechen, deren Blätter auf dem Wasserspiegel sich ausbreiten und deren Blüten sich über denselben mehr oder weniger emporheben, wie z. B. bei *Nymphaea* und *Nuphar*, teils gehörten zu ihr freischwimmende Pflanzen, bei denen die Assimilationsorgane (Blätter) bald untertaucht waren wie z. B. bei *Elodea*, *Utricularia*, *Ceratophyllum* etc., oder deren Blätter (bezüglich Stengelglieder) frei auf der Wasseroberfläche schwammen (*Lemna*-Arten), endlich sahen wir auch Pflanzen, die im seichten Wasser wurzelten und flutende Blätter aufwiesen (*Sparganium minimum* var. *fluitans* etc.).

Bei den Arten dieser Formation sind die Blätter ganz anders gestaltet: Lang und hoch ragen sie aus dem Wasser hervor, wurzeln stets im festen, zumal auch schlammigen Boden, müssen aber, um gedeihen zu können, den größten Teil ihres Körpers außerhalb des Wassers haben. Dementsprechend kommen hier zunächst die hohen Monokotylen, mit langen, ungeteilten aufwärts gerichteten Blätter vor. Sie verbreiten sich schnell auf vegetativem Wege durch kriechende, langgestreckte Rhizome; deshalb bilden auch die meisten Leitarten reine, ausgedehnte Bestände. Warum eine bestimmte Art ihren Platz erobert hat,

ist in den meisten Fällen schwer zu entscheiden; der reine Zufall spielt dabei sicher die wichtigste Rolle (Vergl. Warming: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie an m. St.).

Diese Röhrichtsümpfe, die fast alle Teiche umsäumen und stellenweise an die Bestände der Form. 2. grenzen, bedecken, wie es manchmal auch diese tun, große Flächen im seichten oder auch mäßig tiefen Teichwasser, manchmal sogar die größere Hälfte des ganzen Teiches. Auf stark torfigem Boden machen sie gewöhnlich den *Caricceten* oder *Eriophoreten* Platz; natürlich können die letztern bloß in einem noch seichtern Wasser siedeln. Hinter den Röhrichten, mitunter auch zwischen ihnen breiten sich die dunkelgrünen Blätter von *Nymphaea alba*, *Nuphar*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans* aus. — Die einzelnen Bestandteile dieser Formation sind in unserm Teichgebiete fast überall dieselben; es kommt nur auf ihre Anordnung und die Häufigkeit der einzelnen Arten an. Im ganzen kann man sagen, daß die *Scirpus lacustris*-Bestände am weitesten in das freie Wasser hineingreifen, dann folgen *Typha*-Bestände, (*Typha*-Röhricht), weiter *Phragmites*, *Glyceria spectabilis*, *Iris Pseudacorus*, *Acorus*, *Phalaris* etc. In seichtem Wasser bedeckt wiederum *Equisetum limosum*, seltener *palustre* große Flächen. Gegen den Teichrand vergrößert sich gewöhnlich die Anzahl der Sumpfpflanzen, die dann in ihrer schönsten Ausprägung auf angrenzenden Sumpfwiesen (Wiesenmooren), wenn solche vorhanden, erscheinen.

Die wichtigsten Arten dieser Formation sind:

1. Eigene Bestände bildende Arten.

Scirpus lacustris. Verbreitet, wenn auch nicht so häufig wie die meisten der folgenden.

Typha angustifolia. Gemein.

Typha latifolia. Weit seltener, mit Vorliebe in den Sumpfmooren.

Glyceria spectabilis. Gemein.

Phragmites communis. Verbreitet.

Iris Pseudacorus, nicht selten, oft sehr große Bestände bildend.

Sparganium ramosum. Verbreitet.

Menyanthes trifoliata bedeckt alleinig in einer hohen Wasserform große Flächen. Auch *Cicuta* könnte hierher gerechnet werden.

Equisetum palustre. Verbreitet.

Equisetum limosum. Gemein.

Phalaris arundinacea. Häufig.

Glyceria fluitans. Häufig.

2. Beigemengt, wenn auch häufig vorkommende Arten:

Sagittaria sagittifolia, *Butomus umbellatus*, *Scirpus maritimus* } häufig, kleinere Bestände bildend.

Oenanthe Phellandrium. Häufig.

Lysimachia vulgaris. Häufig.

Spiraea Ulmaria, zumeist *denudata*. Häufig.

Cicuta virosa. Sehr häufig. Charakterart ersten Ranges!
Ranunculus Lingua. Sehr zerstreut.
Naumburgia thyrsiflora. Nicht selten.
Peucedanum palustre. Sehr häufig!
Bidens radiatus. Zerstreut.
Carex Pseudocyperus. Zerstreut.
Carex cyperoides. Ziemlich häufig.
Scirpus silvaticus. Häufig.
Scirpus radicans. Häufig.
Lythrum Salicaria. Gemein.
Epilobium hirsutum. Zerstreut.
Molinia arundinacea. Häufig.
Mentha spec. div.
Solanum Dulcamara. Nicht selten.
Alisma Plantago. Häufig.
Myosotis palustris. Nicht selten,
Myosotis caespitosa. Nicht selten.
Veronica scutellata. Häufig.
Scutellaria galericulata. Häufig.
Poa palustris. } Zerstreut.
Deschampsia caespitosa. }

Eingesprengt kommen zahlreiche *Carex*-Arten, wie z. B. *Carex glauca* (seltener), *acuta*, *ampullacea*, *vesicaria*, mitunter auch *filiformis* und *Eriophorum*-Arten vor.

Hippuris fehlt vollständig. Einmal beobachtete ich in dieser Formation ein ziemlich tief im Wasser stehendes *Polygonum amphibium terrestre*, also einen Gegensatz zu den später erwähnten Falle. Es handelte sich wohl um eine seit längerer Zeit überschwemmte Strandfläche.

7. Formation der Uferpflanzen.

An die Röhrichtformation schließt sich eng diese Formation an. Bei langsam fließendem Gewässer, so z. B. bei den vielen Abflußgräben, insbesondere bei dem Goldbach und Neubach herrschen dort, wo der Kunstbach breiter ist, die Röhrichte vor, an die sich am Rande gewöhnlich viele Arten dieser Formation knüpfen; sind aber die Kunstbäche nicht so breit, so erscheinen ihre Ufer nur von Vertretern dieser Uferpflanzenformation begleitet.

Ebenso beherbergen die Ufer der größern und kleinern Flüsse, auch der Abzugsgräben oder der feuchten Chausseegräben gewöhnlich eine üppige, hohe Vegetation, die teilweise strauchartig, teilweise aber auch krautartig ist. Nicht selten begleitet die Uferflora die Teichdämme großer Teiche, besonders dann, wenn das Wasser bis zu dem Damme reicht und keine flachen Ufer bildet[1].

[1]) *Salix phylicifolia*, eine nordisch-boreale Art, die in Böhmen bloß auf dem Brunnberg im Riesengebirge vorkommt, wurde bei Gratzen schon von Presl und Pfund angegeben und später auch am Rande des Teiches beim Jägerhause Jakule von Kalbrunner gefunden (Čelak. Prodr. 135). Trotzdem ich ihren Standort nicht kenne, halte ich diese Art daselbst keineswegs für ursprünglich wild. Man wolle nur beachten, daß selbst Čelakovský, der diesen Standort zuerst publizierte, denselben später überhaupt mit Stillschweigen übergeht (Analytická kvètena); natürlich kann man daraus nicht ersehen, ob dies mit Absicht geschah, da Čelakovský daselbst auch andere, wohl richtige und beachtenswerte Standorte nicht anführt, die er früher in den „Resultaten" notierte!

Von den Sträuchern ist es in erster Reihe die schöne, rosablühende *Spiraea salicifolia*, ein häufiger Strauch des Gebietes (kommt auch in Moorformationen und Sandfluren vor), dessen mehrfaches, wildes Vorkommen im Gebiete wohl interessant ist. Ihr Hauptareal ist pontisch im erweiterten Sinne, und die böhm. Standorte dürften als die letzten Vorposten gegen Norden gelten; natürlich kommt sie auch im nördlichen Teile Europas, allerdings nur verwildert, vor. Ebenso wie diese schöne *Spiraea*-Art, bilden zahlreiche *Salix*-Arten öfters größere Bestände, zuweilen auch auf den Sandfluren, zuweilen auch in den Heidemooren, und beherbergen dann eine dem entsprechende Flora. Die Uferflora kommt sowohl auf Sand als auch auf Torfboden vor. Im letztern Falle enthält sie viele Charakterarten der Erlenbrüche, manchmal auch die *Calla palustris*.

Die wichtigsten Arten wären:

Spiraea salicifolia. S. oben.
Salix pentandra. Nicht selten.
„ *cinerea*. Zerstreut.
„ *aurita*. Häufig.
„ *alba*, *fragilis*, *amygdalina*, *purpurea*, *viminalis*.
Frangula Alnus. Häufig.
Rhamnus cathartica. Seltener.
Evonymus vulgaris. Ziemlich häufig.
Alnus glutinosa, *viridis*, *incana*, *pubescens* (*glutinosa* × *incana*).
Populus tremula, *alba*.
Barbarea stricta. Nicht selten.
„ *vulgaris*. „ „
Roripa silvestris, *palustris*.
Epilobium hirsutum. Nicht häufig.
„ *parviflorum*, *palustre*, *roseum*, *obscurum*.
Caltha palustris. Häufig.
Solanum Dulcamara. Häufig.
Scrophularia nodosa. Nicht selten.
Myosotis palustris. Häufig.
Polygonum sp. div.

Spiraea Ulmaria. Häufig.
Cirsium oleraceum. Zerstreut.
Mentha sp. div.
Heracleum Sphondylium. Häufig.
Angelica silvestris. „
Peucedanum palustre. „
Stachys silvatica. „
„ *palustris*. „
Lythrum Salicaria. „
Lysimachia vulgaris. „
Cicuta virosa. „
Hypericum tetrapterum. Zerstreut.
Hypericum hirsutum. Zerstreut.
Rumex maritimus aureus (*limosus* bisher bloß bei Wittingau und dann erst hinter Gratzen).
Carex remota, *Pseudocyperus*, *brizoides*.
Phalaris arundinacea. Häufig.
Bidens tripartitus, seltener *nutans* und *radiatus*.
Juncus sp. div., besonders häufig *Iuncus effusus*.
Symphytum officinale. Nicht häufig.

Diese Formation kommt an den Bachufern, den Flußufern, teilweise auch an den Teichrändern, in den Sumpfgräben etc. etc. im selben Gepräge vor. Doch die Waldbäche mit ihrem kalten und schnell fließenden Wasser bieten natürlich den Pflanzen ganz andere Lebensbedingungen und bilden den Sitz eines andern Pflanzenvereines, den wir als eine selbständige Formation aufstellen müßten, wenn er sich in derselben Gestalt öfters wiederholen würde, was aber nicht der Fall ist. (Sie dürfte

sich decken mit der Form. 29 bei Drude a. a. O. S. 265). In dem eigentlichen Teichgebiete bei Veselí, Lomnic und Wittingau beobachtet man, daß an solchen Stellen einige hohe Stauden fehlen oder selten werden, wie z. B. die stattlichen Umbelliferen; dafür sind im Einklange mit dem Waldschatten zahlreiche Farnkräuter vorhanden; auch *Circaea*-Arten, *Caltha*, *Stellaria uliginosa*, *(Monesis)*, stellen sich nicht selten ein. In der Richtung gegen Gratzen wird schon diese Formation „der Bergbäche und montanen Quellsümpfe" typischer in ihrer Ausbildung und ist ein wichtiges Merkmal der dortigen Fichtenwaldungen. Nebst zahlreichen Farnkräutern, den eben genannten Arten, sind hier z. B. *Lysimachia nemorum*, *Equisetum silvaticum*, *Thalictrum aquilegiifolium*, *Chaerophyllum hirsutum* etc. zu nennen, die zwar teilweise auch im nördlichen Teile des Gebietes vorkommen, aber nie so zahlreich. Im kalten Wasser fluten viele Moose, und überdies ist an den Bachufern überhaupt das Moosleben (sowohl Laub- als auch Lebermoose) äußerst üppig; das weit verbreitete *Mastigobryum trilobatum* bezieht große Flächen, auf den Waldsümpfen überwiegen *Sphagnum*- und *Polytrichum*-Arten.

Da aber die Gegend, wo die Flora der Bergbäche typisch entwickelt ist, dem eigentlichen Teichgebiete ziemlich fern liegt und sich schon stark der Flora der Vorgebirge des Böhmerwaldes nähert, werden wir uns darauf beschränken, was wir bei Schilderung der Waldflora sagen werden.

8. Formation des nackten Teichbodens.

Diese ist eine der interessantesten Formationen unseres Gebietes, die auch dadurch ein allgemeines Interesse gewinnt, weil sie in typischer Ausbildung überhaupt selten ist, indem sie nur in großen Teichgegenden auftritt. Auch dadurch ist sie bemerkenswert, daß sie eine „wandernde Formation" vorstellt, deren Dauer nie lang zu sein pflegt. Man muß sie aber trotzdem als eine selbständige Formation ansehen, da sie unter bestimmten Bedingungen immer und in derselben Gestalt wiederkehrt und sich in ihrer typischen Ausprägung so lang erhält, als die gegebenen Bedingungen anhalten. Überdies kommen ihr so viele Eigentümlichkeiten, sowohl in ihrer Zusammensetzung als auch in der Ökologie ihrer Leitarten zu, daß ihr nicht so bald eine andere Formation gleichkommt. (Vergl. indessen bei Drude l. c. p. 262 „die Litorella-Sandflächen und Schlammgräben"). Kurz gesagt, ist dies die erste Flora, die den nackten Teichboden — also gewiß einen ungewöhnlichen Standort — einnimmt, daselbst unter günstigen Umständen zur prächtigen Entwickelung gelangt und, wenn das Wasser auf seinen alten Platz zurückkehrt, gezwungen ist, zu verschwinden. In dem seltenen Falle, wo dieser eigenartigen Vegetation der eroberte Platz durch die Teichfluten nicht ganz genommen wird, hängt ihr weiteres Schicksal von den Standortsverhältnissen ab. Bleiben dieselben unverändert, so bewahrt sie sich auch im Wesen ihre Physi-

ognomie. Gewöhnlich aber bleiben die Feuchtigkeitsverhältnisse nicht gleich, und dann werden je nach der Bodenart mächtige Veränderungen in ihrer Zusammensetzung bemerkbar. Der Sandboden unterliegt am wenigsten diesen Veränderungen, dagegen sind aber die fetten, schlammigen und zugleich auch sehr nassen Teichflächen für das Eindringen, hoher, üppiger Vegetation wie geschaffen. Der Boden muß nicht einmal überschwemmt werden, um sehr naß zu werden, denn es bilden sich in der Regel auf der Seite des Teichabflusses kleine oder größere Rinnen und Bächlein, die natürlich auf die Feuchtigkeit des Bodens einen äußerst großen Einfluß ausüben. Bald stellen sich üppige Kräuter ein, und auch die Pflanzen, die früher in kümmerlichen Individuen vorkamen, ändern sich in dem schlammigen, nassen Boden in große, robuste Formen. Meterhohe *Bidens*-, *Polygonum*-, *Rumex*-Arten herrschen auf weiten Flächen. *Carex cyperoides* wächst hier in hohen, schlanken, lockerrasigen aber vielstengeligen Formen. Zahlreiche Vertreter der Röhrichtformation, die früher kümmerten und denen schon teilweise das Absterben drohte, raffen sich schnell auf. Man sieht ringsum robuste Stengel von *Oenanthe Phellandrium*, ganze Flächen von *Glyceria spectabilis*, *Acorus*, *Iris*, *Typha* etc. Nur *Scirpus lacustris* scheint den Wassermangel längere Zeit schwer zu ertragen und könnte kaum mehrere Jahre hindurch den trockenen Standort behaupten. Wo früher der nackte, rissige Teichboden von niedrigen, wenn auch im Unmasse vorhandenen Pflanzen locker verwachsen war, deckt jetzt alles das üppige, freudige Grün der neuen, stattlichen Vegetation. Dort, wo die erwähnten Wassergräben sich hinziehen, entdecken wir gewöhnlich unter den dicht stehenden Kräutern im sumpfigen Boden *Elatine*-Arten, *Peplis*, *Heleocharis ovata*, die auch im Schatten vorzüglich gedeihen. Bald stellen sich auch einige Gräser ein, von denen die meisten wohl sehr lästige Zuzügler sind; wir nennen nur den kriechenden *Alopecurus geniculatus*, *fulvus*, *Agrostis*-Arten, *Poa trivialis*, *palustris*. Auch das *Trifolium repens* macht kühne Versuche, sich weitere Stellen zu erobern, wozu ihm seine kriechenden Ausläufer eine wesentliche Stütze bieten.

Aber auch in einer andern Richtung vollzieht sich die Umwandlung dieser Vegetation. Dort, wo früher feuchter Sandboden war, auf dem die Arten dieses Pflanzenvereines zu ihrer größten Entwickelung gelangten, kann sich im Laufe der Zeit ein trockener Sandboden ausbilden, der insofern eine neue Gestaltung der Vegetation hervorruft, als er das Gedeihen einiger Arten unmöglich macht, und wiederum das Eindringen anderer Pflanzen begünstigt. Es sind dies aber ganz andere Pflanzen, zumeist Repräsentanten der Sandflurflora, z. B. *Hypericum humifusum*, *Senecio viscosus*, *Gypsophila muralis*, aber auch *Chenopodium*-Arten, *Panicum Crus galli* etc., die sich neben den Ansässigen (*Spergularia rubra*, *Gnaphalium luteoalbum*, *Radiola* etc. etc.) einbürgern.

In vielen Fällen kann man beobachten, daß auch dann, wenn ganz andere Formationen den Platz der Flora des nackten Teichbodens eingenommen haben, wenn sich z. B. solche Stellen mit Wasser bedeckten, in Sandfluren, Wiesen oder Heiden umwandelten, noch immerhin einige Charakterarten, ihrem Naturell gemäß in einem der genannten Pflanzenvereine, erhalten blieben. So kann sich *Radiola*, *Juncus Tenageja* oder *Cyperus* in den Sandfluren, *Illecebrum* sogar auf Schuttstellen und Feldern, *Elatine*-Arten in den nassen Wiesen erhalten. Auf diese Weise muß man sich zumeist das Vorkommen der Leitarten dieser Formation in verschiedensten Pflanzenvereinen erklären.

Die wichtigsten Leitarten dieser Formation wären:

Coleanthus subtilis.
Litorella lacustris (= iuncea).
Spergularia echinosperma.
„ *rubra.*
Bulliarda aquatica.
Cetunculus minimus.
Radiola linoides.
Limosella aquatica.
Lindernia pyxidaria.
Illecebrum verticillatum.
Peplis Portula.
Bidens radiatus.
Potentilla supina, zumeist die var. *limosa.*
Potentilla norvegica, mitunter die var. *parvula* m.
Isolepis setacea.
Heleocharis acicularis.
„ *ovata.*
Elatine hexandra.
„ *triandra*
„ *Hydropiper.*
Cyperus fuscus.
„ *flavescens.*
Juncus supinus.
„ *capitatus.*
„ *Tenageja.*
„ *bufonius.*
Gnaphalium uliginosum (typ. et var. *pilulare*).
Gnaphalium luteoalbum.
Carex cyperoides (kleine Formen.)
Gypsophila muralis.
Veronica scutellata (kleine Formen.)
Callitriche vernalis var. *caespitosa.*
Plantago maior var. *asiatica.*

Einige Algen, zahlreiche, sämtlich sehr kleine Laub- und Lebermoose, z. B. *Pleuridium nitidum*, *Physocomitrium sphaericum*, *Ephemerum serratum*, *Sporledera palustris*, *Riccia*-Arten, *Anthoceros.*

Eine Standortsangabe einzelner Leitarten dieser „wandernden Formation" wäre überflüssig, da in der Regel eine reiche Auswahl derselben überall dort erscheint, wo ein Teich abgelassen wird. Nur *Limosella*, gerade eine der gemeinern Arten dieser Formation, ist merkwürdigerweise ziemlich selten. In den abgelassenen Fischbehältern trifft man gewöhnlich eine ähnliche Formation, in der besonders die *Elatine*-Arten fast nie fehlen.

Es ist auch zu bemerken, daß diese so eigenartige Formation durch das Eingreifen der Menschenhände vielfache Änderungen erleidet. So wird der größte Teich des ganzen Gebietes — der Rosenberger Teich — immer nach 3 Jahren im Herbste abgelassen, sogleich aber mit Hafer angesät, der dann im Sommer des kommenden Jahres geerntet wird, nachdem die als Nahrung für die Fische bestimmten Körner größtenteils ausgefallen sind;

darauf wird der Teich wieder gefüllt. Natürlich übt dieses Verfahren auf die Vegetation einen großen Einfluß aus, wenn auch die meisten Leitarten sich dadurch nicht verjagen lassen. Dieser Vorgang erinnert an eine ähnliche Erscheinung in dem Waldgebiete des Brdygebirges: Daselbst werden die Holzschläge, auf denen sich ebenfalls nur eine vorübergehende, wenn auch sehr bunte Pflanzengesellschaft anzusiedeln pflegt, zum Schutze der kleinen Bäumchen mit Roggen einige Jahre hindurch besät, was natürlich das Aussehen der Flora vollständig verändert; manchmal wird wegen des Hochwildes auch *Lupinus* angebaut. (Näheres vergl. Domin in Sborník zeměvědné společnosti, Prag 1903).

Die zu dieser Formation gehörigen Arten sind größtenteils einjährig, wodurch sie sich wesentlich von den hohen, zumeist monokotylen Stauden der Röhrichtformation unterscheiden. Sie erinnert zwar in ihren Übergangsstadien, wenn große Kräuter überhand nehmen, an die Formation der Sumpfpflanzen, sie kann sich auch langsam in Sandfluren umwandeln, auf denen noch zahlreiche Charakterarten erhalten bleiben: sie hätten also keine andauernd bleibende Physiognomie; dies trifft aber auch bei den meisten anderen Formationen, wenngleich nicht so auffallend, zu. Wir wollen uns nur ins Gedächtnis rufen, wie sich die Heidemoore in die Heiden, diese wiederum bei veränderten Lebensbedingungen in die Wiesen umwandeln, wie sich die felsigen pontischen Hügel mit der Zeit bebuschen und endlich in echte Haine umändern etc. Wenn bei unserer Formation diese Umwandlung bedeutend rascher vor sich geht, ist das eben ihr charakteristisches Merkmal; es ist dies von den sich in kurzer Zeit ändernden Standortsverhältnissen abhängig.

Diese Formation ist auch dadurch charakterisiert, daß sie erst im Hochsommer zur Entwickelung gelangt, im Herbste in ihrer besten Ausprägung sich befindet und oft noch im Spätherbst, wenn schon die meisten Formationen vollständig ruhen, ein ziemlich reges Leben aufweist.

Die Leitarten sind auch durch ihr sehr geselliges Vorkommen gekennzeichnet. Nicht selten finden wir große Flecken oder ganze Streifen von einer Art, die en miniature z. B. das *Typha*-Röhricht nachahmen. Dies gilt z. B. von der *Heleocharis acicularis*, *Spergularia echinosperma* oder von der *Litorella*, die in dicht nebeneinander stehenden Individuen manchmal scharf abgegrenzte Kolonien bilden. Selten kommen die Arten vereinzelt vor, was mit ihrer Vermehrungsart zusammenhängt. Sie vermehren sich nämlich meist durch das schnelle Aussäen zahlreicher, kleiner Samen, die gewöhnlich bald keimen, manchmal sogar noch dasselbe Jahr blühen und im Spätherbst vom neuen die Samen ausstreuen. Deshalb treten die Arten gewöhnlich so gesellig auf; es ist dies mehr ein Zufall, wenn hie und da ein seitwärts geflogener Same zwischen einer andern Art nicht unterdrückt wird und zur Blüte gelangt. Einige der Arten können neben den einjährigen Formen auch überwintern, wie z. B. die *Spergularia echinosperma* oder *Potentilla norvegica*.

Die erst genannte Art ist sogar entweder einjährig, überwinternd oder sogar mehrjährig (wie dies bei der *Sp. rubra* bekannt ist), und bildet demnach verschiedene, morphologisch ziemlich stark abweichende Formen, die getrocknet den Eindruck guter Varietäten gewähren.

Alle hierher gehörenden Pflanzen sind zart und besitzen meist unauffällige, kleine Blüten. Nur die breiten Polster des so schön silbern glänzenden *Illecebrum* oder die bizarre Form des *Cyperus fuscus* machen von der Eintönigkeit dieser Formation eine seltsame Ausnahme. Wie unglaublich schnell sich die einjährigen Arten auf geschlechtlichem Wege vermehren, kann man daraus ersehen, wenn man bedenkt, daß die ganze Formation wie mit einem Zauberschlage aus dem Teichgrunde hervorgegangen erscheint. Und dies ist auch leicht erklärlich: Man wolle nur erwägen, wie zahlreiche Samen schon ein einziges Pflänzchen von *Radiola* oder *Coleanthus* besitzt, wozu noch die große und schnelle Keimfähigkeit der Samen als ein besonders günstiger Faktor zur schnellen Verbreitung zutritt. Die Samen können zwar auch längere Zeit hindurch ruhen, ohne zu keimen, und ohne daß ihre Keimfähigkeit beträchtlich leiden würde, wenn man aber die Samen einiger Arten eine Zeitlang im Trockenen aufbewahrt, muß man staunen, wie sehr ihre Keimfähigkeit herabgesetzt wird.

Von den genannten Leitarten begnügen sich nicht alle mit derselben Bodenart. Fast alle vertragen die mäßig feuchte, mit etwas Sand vermischte, kotige Teicherde gut und wachsen darin üppig, ebenso auch im sandigen Torfboden der in unserm Gebiete nicht selten ist. Im reinen Sand verschwinden viele Arten, so z. B. *Coleanthus, Limosella, Bulliarda, Elatine* etc.

Mitunter dringen auch zahlreiche Zuzügler aus den benachbarten Formationen ein; wie gesagt, sind die tückischsten Feinde unserer Leitarten *Agrostis canina, stolonifera*, *Trifolium repens*, *Potentilla reptans* u. a. m. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß eine einzige Rosette der letzten Art vollständig genügt, im Laufe von 1—2 Monaten in guter Erde einen Kreis mit dem Durchmesser von 3—4 m mit ihren langen, ringsum kriechenden und überall wurzelnden Ausläufern zu durchsetzen!

Die perennierenden Arten sind in dieser Formation sehr selten, es ist dies z. B. die kleine *Litorella* mit ihren zarten, rundlichen Blättern, die sonst viele Beziehungen zu der ebenfalls ausdauernden *Heleocharis acicularis* aufweist. In beiden Fällen ist es auch nicht zwecklos. *Litorella* und *Heleocharis* stimmen zwar sonst vollständig mit andern Charakterarten dieser Gruppe überein, weichen aber insofern ab, daß sie auch unter dem Wasserspiegel in flutenden Formen wachsen können. Und ebenso wie es bei vielen Arten dieser Formation, die als Wasserpflanzen nicht existieren können, keinen Zweck hätte, wenn sie perennieren würden, da ihre Standorte bald wieder verschwinden, so ist es bei den genannten Arten eine sehr wichtige Anpassung, da sie sich unter dem Wasser, wenn sie sich

auch geschlechtlich wenig oder gar nicht vermehren würden, wenigstens in einer vegetativen Form erhalten können. Es wurde auch hervorgehoben, daß auch andere, sonst einjährige Arten, unter günstigen Umständen zwei oder mehrere Jahre ausdauern oder wenigstens überwintern. Auch die *Isolepis setacea* ist einjährig oder ausdauernd.

Die perennierende *Litorella* blüht auf manchen Standorten sehr wenig; als Ersatz dafür besitzt sie eine intensive vegetative Vermehrung, die durch zahlreiche Ausläufer bewirkt wird. Sonst entbehrt die Mehrzahl der Arten die Ausläufer; ebenfalls bilden sie selten größere Rasen, wie man dies z. B. bei den nur wenige cm hohen „Miniaturbülten" der *Carex cyperoides* (peren.) findet. Diese Form mit ihrem verdickten, säulenförmigen Grundstock kann auch in ganz seichtem Wasser leben, von dem sie ebenso umspült wird, wie die großen Bülten der *Carex filiformis* oder *stricta*. Eine ihr ganz analoge Form ist die im Gebiete viel häufiger vorhandene *Carex Oederi* var. *pyginaea*.

Nebst der genannten *Litorella* hat, abgesehen von der geschlechtlichen Fortpflanzung, eine interessante vegetative Vermehrung die im Gebiete seltene *Limosella*; dieselbe treibt aus der Blattachsel fädenige, eine Blattrosette an der Spitze tragende Ausläufer, die natürlich sogleich wurzeln und neue Pflänzchen bilden. Sie kommt auch im ganz seichten Wasser in einer Form mit verlängerten Stengeln (bis einige cm hoch) vor, bei der die Spreite der untern Blätter häufig ganz verkümmert. Eine nicht so intensive Fortpflanzung haben die *Elatine*-Arten (von denen die *El. triandra* die seltenste ist); sie sind zumeist auf sehr nasse, kotige Stellen, kleine Pfützen und Lachen beschränkt. Wenn der Boden zu trocken wird, unterliegen sie leicht dem Wettbewerb ihrer Kommensalen.

Von den angeführten 33 Leitarten übersteigen c. 85 % die Höhe von 5 cm nicht! Ja, wenn man auch die Angaben von Garckes Fl. v. D. zugrunde legt, also abgesehen davon, daß z. B. die *Potentilla supina* in dieser Formation zumeist in der f. *limosa* und die *P. norvegica* mitunter in der f. *parvula* vorkommt, oder daß die einjährigen Formen von *Spergularia rubra* auch unter 5 cm hoch sind etc., so ergibt sich, daß von den 33 Arten 24 in Formen vorkommen, die auch nur 5 cm hoch sind, also rund 75 %.

Natürlich kommen diese Verhältnisse sehr oft etwas geändert vor, da sich — wie es anders nicht möglich ist — auch mehrere Nebenarten einstellen; da fliegt ein Same eines *Bidens*, *Polygonum*, *Rumex aureus*, einer Grasart oder auch einer ganz ansehnlicher Staude her, und wenn die neue Pflanze glücklich bis zur Samenbildung kommt, kann sie sich eventuell auf Unkosten der Leitarten weiter verbreiten, wenn dies schon auf vegetativen Wege nicht geschehen ist.

In dem Falle, daß diese Formation nicht erhalten bleibt, kann 1. wiederum die vorige Formation gänzlich oder fast unverändert zurückkehren, 2. auf trockenem Sandboden kann eine

Sandflurformation und 3. auf sumpfigem Schlick- oder Torfboden, auf kotiger Teicherde eine Sumpfwiese entstehen, die sich aber durch das Vorwiegen zahlreicher Sumpfpflanzen und Arten der Röhrichte und durch den locker geschlossenen Bestand von den Wiesenmooren unterscheidet und erst binnen einiger Jahre eine geschlossene Grasnarbe bekommt.

Bei den Leitarten dieser Formation wäre noch folgendes zu bemerken; Die meisten von ihnen (sie können natürlich unter ähnlichen Umständen auch auf den Flußufern etc. vorkommen) sind ziemlich selten oder auch sehr selten, obzwar sie dabei ein merkwürdig ausgedehntes Areal besitzen. Als Beispiel stehe hier nur die interessante Grasart *Coleanthus subtilis*, die nebst ihrer Hauptverbreitung in Mitteleuropa noch in West-Frankreich, im südl. Norwegen, in Ost-Asien (Amur) und Nord-Amerika (Oregon) vorkommt! [Asch. Gr. Syn. II. 1. 9. (1898)], oder das *Illecebrum verticillatum*, welches (nach Nyman Consp. 256 und Engler-Prantl, Pflanzenfamilien III. 1. b. 91) in Westeuropa (England, Dänemark, Belgien, Frankreich, Deutschland) ostwärts bis Schlesien und Galizien, in dem westlichen Mittelmeergebiet, in Nordwestafrika, auf Madeira und auf den Canarischen Inseln bekannt ist.

Die Verbreitung dieser Arten ist der der Wasserpflanzen analog; mit Recht kann man annehmen, daß ihr ausgedehntes Areal zunächst damit zusammenhängt, daß die Wasservögel viel zu ihrer Verbreitung, beitragen und zweitens, daß das Wasser auch in sehr großen Umkreisen ihnen ungefähr dieselben Lebensbedingungen darbietet.

9. Formation der Sandfluren.

Der lose Sandboden mit seinen eigentümlichen physikalischen Eigenschaften ist im Gebiete, wenn auch nicht vorherrschend, doch kenntlich entwickelt. Es ist dies zumeist ein tertiärer Sand, der auf dem Ton lagert und manchmal mächtige Schichten bildet. Nicht selten sieht man auf einer, meist einige dm starken Sandschicht, der natürlich der wasserundurchlässige Ton unterlagert ist, .auch mehrere m tiefe Heidemoore.

Die Formationen, die auf dem Sandboden im ganzen vorkommen, sind durchweg nicht einheitlichen Schlages. Man trifft daselbst ausgedehnte Kiefernwälder, die entweder jedweden Unterwuchses entbehren und so den bekannten Kiefernwäldern des mittlern Elbtales in der Physiognomie ähneln, oder einen dichten xerophilen Unterwuchs haben (Vaccinien, Pteris) oder man trifft daselbst auch Sandfluren, bei denen zwischen den einzelnen Pflanzen noch der lose Sand durchblickt, den der Wind oft hin und her weht. Die Sandflurformation (natürlich als ein offener Pflanzenverein) ist mit den echten Heiden recht nahe verwandt. Im Gebiete läßt es sich gut verfolgen, wie sich die Sandfluren, deren Vegetation nach und nach einen dichtern Verband bildet und den losen Sand fester fesselt, langsam durch

Eindringen echter Heidepflanzen in echte Heiden umwandeln, wo auch die charakteristischen, durch die rotgelben Ameisen gebildeten Calluna-Hügelchen nicht selten sind. Das gemeine Heidekraut fehlt fast nirgends im Gebiete und ist auch oft in den, den Teichen angrenzenden Sandfluren einzeln vorhanden, kann sich aber nicht immer weiter verbreiten, da es die zeitweiligen Überschwemmungen zu sehr beengen und nicht selten sein Absterben hervorrufen. Wenn aber solche Sandplätze trocken und der Überschwemmungsgefahr entfernt bleiben, ist es eine gar nicht seltene Erscheinung, daß sich nach und nach die Heidepflanzen so vermehren, daß eine typische Calluna-Heide oder eine Grasheide entsteht. Darum rechnet Graebner diese Formation zu seiner „Heide“ und bezeichnet sie als „heidekrautlose Sandfelder“.

Es ist auch nicht ohne Interesse, zu beobachten, wie sich auf den Sandfluren bei genügender Feuchtigkeit ein echtes Moosmoor bildet. In solchen Fällen umsäumen gewöhnlich die Sandäcker eine sekundäre Mulde, in der sich ein oder mehrere Teiche befinden und wo natürlich auch Torfmoore unter sehr günstigen Bedingungen sich entwickeln können. Wir wollen die Sache an einem instruktiven Beispiele beleuchten. Auf der Südseite des großen Rosenberger Teiches befinden sich hinter den Moorwiesen mit ganz schwacher Torfschicht Sandfluren und weiterhin Kiefernwälder. Besonders in der Nähe von der Kontaktlinie beider erst genannten Formationen, die allerdings sehr von einander abweichen, kann man die Bildung der Moosmoore auf reinem Sand vorzüglich verfolgen. Auf manchen Stellen sind es große Kolonien von *Drosera rotundifolia* und *longifolia*, die hier auf dem weißlichen Sand noch mehr durch ihre rote Farbe abstechen als in der benachbarten Torfwiese. Natürlich sind diese kleinen Oasen auch von Moosarten begleitet, zu denen sich gewöhnlich noch *Carex stellulata*, *Viola palustris* etc. gesellen, wogegen in ihrer allernächsten Nähe auf purem Sand *Teesdalia*, *Potentilla argentea, Aira caryophyllea* vorkommen. Diese kleinen Moosinseln werden nach und nach größer und können sich langsam verbinden und ganz kleine, echte Moosmoore ausbilden. Dabei sterben die Sandflurpflanzen aus, denn mit der anfangenden Torfbildung können sie ihren Platz nicht mehr behaupten. Beide Formationen — Sandfluren und Heidemoore — sind nämlich im Gebiete immer streng gesondert und auch in dem Falle, wenn sie aneinander grenzen, übergeht die eine nicht in die andere, obwohl sich das Moor auf der Sandflur bilden und obzwar aus beiden Formationen die Heide resultieren kann.

Dafür sind Übergänge zu der vor. Formation nicht selten; wie gesagt, können viele Leitarten der Formation 8 sich auf den Sandfluren erhalten und weiter verbreiten. Beide Formationen weisen auch in ihrer Ökologie viele Analogien auf. In beiden überwiegen einjährige Arten, die zumeist sowohl in trockenem als in ziemlich feuchtem Boden leben können. Im Grenzgebiete beider Formationen kommt ein Pflanzenverein zum

Vorschein, der aus einer interessanten Mischung von Elementen beider Formationen besteht, einer Mischung, die uns den Eindruck eines ganz natürlichen Zusammenlebens der Arten von gleichen Bedürfnissen und Forderungen, kurz von gleicher Ökologie gewährt. Man kann beobachten, daß jene Arten die Oberhand erhalten, welche früher auf dem Standorte vorhanden waren, oder die zufällig früher auf die Lokalität gelangten, wogegen die spätern Kommensalen den übrigen Platz einnehmen, dabei weder die Beute derselben werden noch die ansässigen beschränken. Es entsteht, kurz gesagt, ein harter Wettbewerb zwischen zwei gleich ausgerüsteten Formationen, ein Kampf, der nur in jenem Falle den Sieg einer Partei bringt, wenn ein unerwarteter Zufall die obwaltenden Verhältnisse ändert. Eine Dürrperiode läßt die echten Xerophyten der Sandflurflora sich vermehren, eine größere Feuchtigkeit die mesophilen oder auch halb hydrophilen Gewächse der Flora des nackten Teichbodens.

Wenn die Sandfluren überwässert werden, können auf ihnen Bruchwälder entstehen, die aber von den geschilderten Erlenbrüchen dadurch verschieden sind, daß ihnen die torfliebenden Arten abgehen.

Die Sandfluren sind in den hitzigen Sommertagen heiß und ausgebrannt. Man darf sich aber nicht wundern, daß hier von einer wärmeliebenden oder gar pontischen Flora keine Spur ist, denn die Nächte sind sehr kühl und feucht, der Sandboden wird ebenso rasch kalt wie bei Tage warm, und diese beträchtlichen Wärmeunterschiede in dem Substrat sowie die starke Taubildung haben einen sehr schädlichen Einfluß auf die Vegetation, da sie alle nicht abgehärteten Pflanzen ausschließen; natürlich wird dadurch das Vorkommen solcher Arten, die gewöhnlich erst in höhern Lagen (aber meist mit wenig rauherm Klima) erscheinen, sehr gefördert.

Die Sandflurflora zeichnet sich auf manchen Stellen nur durch eine Reihe von „Ubiquisten“ (Xerophyten) aus, die hier aber eine große Bedeutung haben und größtenteils in die Charakterarten aufgenommen werden müssen. Nicht selten verrät eine ganz gemeine Pflanzengesellschaft die Grenze zwischen dem Sand- und Torfboden, ja man könnte dann nach dem Vorkommen der einzelnen Arten ganz genau die Grenzlinie zwischen beiden Bodenarten ziehen. So ist z. B. die Grenze zwischen dem großen Torfmoore „Rotes Moor“ bei Šalmanovic in der Richtung gegen Bor zu, längs einer längern Linie, präzis durch das Auftreten von *Deschampsia flexuosa*, *Hieracium Pilosella*, *Veronica officinalis*, *Epilobium angustifolium*, *Anntenaria dioica*, *Potentilla Tormentilla*, *Arnica montana* markiert. In andern Partien ist es der gewöhnliche *Senecio viscosus*, dessen klebrige Oberfläche von kleinen angeklebten Sandkörnchen bedeckt ist, oder *Rumex Acetosella*, *Pteris aquilina* und dergleichen, die uns ohne weiteres den Sandboden verraten.

In den Sandfluren, die wir wie die meisten Formationen überhaupt für keine fixierten, unveränderlichen Lebensformen

halten, treten manchmal einige Flechten (besonders *Cladonia*-Arten, *Cornicularia* etc.) in großer Menge auf, erfüllen und befestigen den losen Sand und bilden eigene Bestände, die mitunter auch als Unterwuchs der Kiefernwälder (mit *Hypnum Schreberi*, *Hylocomium splendens*) erscheinen. Auf diese Weise entsteht eine Flechtensandflur oder Flechtenheide (z. B. am Rande des Rosenberger Teiches), die vielleicht als eine besondere Fazies anzuführen wäre, wenn sie nicht nur ganz untergeordnet auftreten würde. Ebenso verhält sich die Sache mit der stellenweise auftretenden und in erster Reihe durch *Racomitrium* gebildeten Moosheide.

Die vorige Formation war eine echte offene Formation, die keine Bäume und Sträucher trug. Bei den Sandfluren ist dies aber der seltenste Fall. Gewöhnlich sind es verschiedene *Salix*-Arten, die einzeln oder in Gruppen auf dem Sandboden wachsen, zu seiner Befestigung wesentlich beitragen und auch solchen Arten, die sich auf den offenen, Winde ausgesetzten Sandäckern schwer erhalten würden, Zuflucht gewähren. Es ist hier zunächst die niedrige, dieser Formation mit den Torfwiesen gemeinschaftliche *Salix repens* zu nennen, die stellenweise kleinere Bestände und nicht selten mit *S. aurita* Bastarde bildet. Auch die schon öfters erwähnte, wohlriechende und durch die breiten, glänzenden Blätter auffallende *S. pentandra* ist zu erwähnen. Auch kleinere Bestände von *Spiraea salicifolia*, *Populus tremula*, *alba* fehlen nicht. Im südlichen Teile des Gebietes kommt auf dem ziemlich feuchten Sandboden *Juncus squarrosus* vor, der sonst im Gebirge heimischer ist.

Charakterarten:

1. *Teesdalia nudicaulis*. Verbreitet und für das Gebiet sehr charakteristisch. Um so interessanter, als sie in Südböhmen nur das erweiterte Gebiet bewohnt und dann erst wieder auf den Sandfluren des Elbtales und überhaupt in Nordböhmen auftritt.
2. *Veronica Dillenii (= campestris)*. Wahrscheinlich auf den Sandfluren verbreitet, wurde aber bisher aus dem Gebiete nicht angegeben. Ich beobachtete sie z. B. bei dem Rosenberger Teich und bei Baština am Neubach.
3. *Hypericum humifusum*. Auf den Sandfluren nicht selten.
4. *Thymus angustifolius*. Bei Wittingau auf mehrern Standorten, soviel ich sah, nirgendswo bestandbildend wie in andern böhmischen Sandfluren. Sein Vorkommen hier ist dadurch bemerkenswert, daß er wiederum erst auf den Sandfluren im warmen Mittelböhmen häufiger auftritt.
5. *Aira caryophyllea*. Zerstreut, nicht selten.
6. „ *praecox*. Sehr zerstreut, viel seltener.
7. *Dianthus deltoides*. Verbreitet.
8. *Helichrysum arenarium*. Selten, nur bei Soběslau und Veselí, weiterhin gegen Süden nicht beobachtet. Um so merkwürdiger, daß es z. B. im südlichen Moldautale auf Sand-

äckern und Rainen, wo *Teesdalia*, *Aira praecox*, *Thymus angustifolius*, *Arnoseris* etc. fehlen, ziemlich häufig vorkommt. Auch

9. *Armeria vulgaris* ist merkwürdigerweise selten, kommt ebenfalls häufiger im Norden des Gebietes vor.
10. *Arnoseris pusilla*. Selten, z. B. bei Lomnic.
11. *Hypochoeris glabra*. Nicht häufig, z. B. bei Lomnic und Záblatí. Nr. 10 und 11 kommen auch in den sandigen Äckern vor.
12. *Corynephorus canescens*. Sehr zerstreut, stellenweise vollkommen fehlend.
13. *Potentilla argentea* var. *demissa*. Zerstreut neben der häufigen var. *typica*. Stellenweise auch die ganz typische, oberseits stark weiß-filzige var. *incanescens*.

Trifolium arvense gemein, *Filago minima* und *arvensis* verbreitet, *germanica* selten.

Deschampsia flexuosa.	Verbreitet.	*Scleranthus perennis*.	Verbreitet, besonders der erstere.
Festuca ovina.		" *annuus*.	
" *capillata*.		*Jasione montana*.	Verbreitet.
Nardus stricta.		*Hieracium Pilosella*.	
Briza media.		*Herniaria glabra*.	
Antennaria dioica.	Häufig.	*Rumex Acetosella*.	
Carex leporina.	Nicht selten, besonders die zwei erstern.	*Hypericum perforatum*.	
" *hirta*.			
" *Schreberi*			

Einige Arten der vorigen Formation wie *Radiola*, *Gypsophila muralis* etc.

Scleroderma-Arten!

Es erübrigt, noch zwei Arten dieser Formation zu erwähnen und zwar die schöne *Pulsatilla vernalis*, die bei Lomnic gefunden wurde und hinter den Grenzen des Gebietes bei Neuhaus viel häufiger ist und die *Tunica Saxifraga*. Die letzt genannte Art wurde bei Wittingau schon von Seidl und Tausch angegeben und gesammelt, später aber vergebens gesucht, bis sie wiederum in den 80er Jahren des vor. Jahrh. von E. Khek auf einer Sandflur bei Neuhaus entdeckt wurde, was auf ihr Indigenat im Gebiete hinweisen würde. Trotzdem kann man diese Art, welcher ein pontisches Areal (im weitern Sinne des Wortes) zukommt, nur für eingeschleppt halten, wie dies auch anderswo in Böhmen festgestellt wurde. Dort, wo sie ursprünglich wild ist, kommt sie nie vereinzelt, sondern stets in Menge vor.

10. Die Heide.

Die Heiden, wenn auch im Gebiete nie in größern Dimensionen vorkommend, charakterisieren überhaupt den armen, sterilen und trockenen Boden, wie er so besonders in dem Urgebirge Südböhmens verbreitet ist. Wenn auch bewiesen ist, daß auch die echten Heidepflanzen, ja sogar kleine Calluna-

Heiden auf Kalkboden existieren können, so bleibt dies immer nur eine Ausnahme, die die altbekannte Tatsache nicht widerlegen kann, daß nämlich für das kalkfreie Substrat das Vorkommen der Heidepflanzen[1]) und für das kalkreiche, also nährstoffreiche Substrat das Fehlen derselben von ganz besonderer Bedeutung ist. Ja man muß gesstehen, daß die Physiognomie der südböhmischen Flora in erster Reihe durch das Urgebirgssubstrat bewirkt wird und daß mit der Ausbreitung des ste-



Scleranthus-Sandflur am Rosenberger Teiche. s. S. 455.

rilen Urgebirgsbodens (dazu gesellt sich der ebenfalls nährstoffarme Boden der untersten Silurstufen) die Verbreitung

[1]) Dasselbe konnten wir bei den Heidemoorpflanzen sagen, die im ganzen „kalkfeindlich" sind, also eine größere Menge von lösbaren Nährsalzen im Substrat nicht vertragen. Es ist zwar interessant, daß es C. A. Weber und Graebner in neuester Zeit gelungen ist, *Sphagnum* in reinem Kalkwasser zu kultivieren (wenn das Wasser sonst arm war an gelösten Salzen!), aber das ändert nichts an der ganzen Sache. Velenovský hat schon im Jahre 1897 das Vorkommen des *Sphagnum Girgensohnii* auf Kalkboden notiert (Mechy české p. 75). Vgl. übrigens auch K. Domin in Živa 1903.

der hercynischen Flora im Innern Böhmens Hand in Hand geht.

Die Heide ist als ursprüngliche Formation nicht häufig; sie verdankt oft ihren Ursprung der Einwirkung des Menschen, in dem Sinne, daß sie die künstlich entwässerten und ausgetrockneten Heidemoore besiedelt; sie wird aber nicht selten wieder durch starkes Düngen und Ackerung verändert und zu landwirtschaftlichen Zwecken brauchbar gemacht. Die Heiden unseres Gebietes gehen nicht selten in die Heidemoore über und zeigen somit am besten eine von ihren Entstehungsarten. Zwischen Heiden und Heidemooren existieren sehr viele Beziehungen (Vgl. Gräbner a. a. O. S. 91ff.), aber auch anderseits zeigen die Heiden, insbesondere die Grasheiden so manche verwandtschaftliche Beziehungen zu den kurzgrasigen Wiesen (Bergwiesen) und zu den Sandfluren (S. unter Formation 9).

Die Heideformationen sind trotz ihrer Beschränkung auf kleine Plätze im Gebiete überall vorhanden und gliedern sich (abgesehen von den „Waldheiden" (im Sinne Gräbners), die wir hierher nicht rechnen) hauptsächlich in zwei Typen. Es ist das:

1. Die Calluna-Heide. Das ist die echte Heide mit Vorherrschen der *Calluna*, einer Pflanze, die sehr kleine Anforderungen stellt und daher an den verschiedensten Standorten im Kampfe mit andern Arten nicht nur den einmal eroberten Platz hartnäckig behauptet, sondern sogar dort, wo sie in einer nachteiligen Lage ist, so z. B. in sehr nassem Boden, sich nur schwer verdrängen läßt. Beispiele einer typischen Calluna-Heide, die im Gebiete gewöhnlich die pflanzenärmste und wenig interessante Formation ist, werden später angeführt.

2. Die Grasheide. Dies ist eine Heide, die durch Vorherrschen xerophiler Gräser charakterisiert wird. Die vorkommenden Arten sind hauptsächlich *Festuca*-Arten, *Deschampsia flexuasa, Nardus stricta*. Sie bilden mitunter reine Bestände, öfters aber erscheint die *Festuca ovina*, *capillata*, *sulcata* etc. mit *Nardus stricta* zusammen. Ihnen sind wiederum verschiedene Heidepflanzen beigemischt, deren Aufzählung nichts Besonderes aufweisen würde. Die Grasheiden sind mit den kurzgrasigen Wiesen teilweise sehr nahe verwandt, teilweise fast identisch.

Interessanter erscheinen folgende Facies:

a. Calluna-Heide mit Vorherrschen von Vaccinien. Dies ist eine Pflanzengesellschaft, die sich gewöhnlich in der Nähe der Kiefernwälder oder auch trockenerer Fichtenbestände hält und besonders gerne die breiten Durchschläge, mitunter auch Holzschläge bewohnt. Die Heidelbeere liebt nicht die offene Sonne, dagegen vielmehr die Preiselbeere, die eben für das höhere Hügelland und besonders für das Bergland durch ihr sehr häufiges Vorkommen kennzeichnend ist und in der Ebene und in Niederungen selten wird oder auch fehlt. Die Leitarten dieser Facies sind: *Vaccinium Myrtillus*, *Vitis idaea*, *Calluna vulgaris*, denen sich *Calamagrostis arundinacea*, *epigeios*,

Deschampsia flexuosa, *Carex leporina*, *Epilobium angustifolium*, *Pteris aquilina* etc. anreihen. Eine ähnliche Facies kommt als Unterwuchs in den Kiefern- oder Fichtenwäldern vor.

Einen charakteristischen Pflanzenverein, dessen Physignomie von der unzähligen *Deschampsia flexuosa* bedingt ist, rechnen wir zur Flora der sandigen Holzschläge, die zu den Übergangsformationen der Waldflora gehören.

b. Arnica-Heidewiesen. Dieselben sind für das Gebiet und besonders für seinen mittlern und südlichen Teil sehr charakteristisch und kommen entweder als echte Heiden oder als Bergwiesen vor. Ausgedehnte Wiesen erscheinen von der Leitart ganz orangegelb gefärbt und gewähren einen prächtigen Anblick. Überdies kommen oft z. B. *Nardus*, *Deschampsia flexuosa*, *Achillea Ptarmica*, *Antennaria dioica*, *Potentilla Tormentilla*, *Platanthera solstitialis*, *Trifolium campestre*, *Calluna*, *Veronica officinalis*, *Anthoxanthum*, *Briza*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Leucanthemum* und als Seltenheit *Botrychium Lunaria* (eigentlich auf Bergwiesen, die gerne verheiden) vor.

11. Wiesenformationen.

Die echten mesophilen Wiesen, deren Grasnarbe aus üppigen, rasigen und krautigen Gewächsen besteht, sind im Gebiete sehr selten, ja man könnte fast sagen, daß sie daselbst überhaupt fehlen, da, soweit „Wiesen“ dort vorkommen, dies entweder saure Wiesen (Wiesenmoore, s. dort) oder trockene, teilweise in Heiden übergehende Wiesen (wie z. B. die bei der Formation 10 geschilderten Arnica-Wiesen) oder endlich Kulturwiesen sind.

Aber auch die Kulturwiesen sind durchaus nicht häufig; von diesen Wiesen befindet sich eine prächtige gleich hinter der Stadt Wittingau; ihre Flora wird später erwähnt. Interessant ist hier das *Phyteuma nigrum*, dessen Verbreitungsbrennpunkt sich auf den langhalmigen Bergwiesen des Böhmerwaldes befindet. Aber auch die meisten Kulturwiesen, die zwar durch Drainagegräben fortwährend mäßig feucht erhalten werden sollen, sind eigentlich nur durch die Kultur umgeänderte Torfwiesen, die manchmal noch einiges von der ursprünglichen Vegetation beherbergen. Viele Arten, die häufiger in den Wiesenmooren vorkommen, aber auch auf den Kulturwiesen zu finden sind, wie die häufige *Parnassia palustris*, der seltene *Dianthus superbus* und das ebenfalls dort seltene *Colchicum autumnale* etc. wurden schon früher erwähnt.

Interessant ist das *Geum rivale*, das aus der Wittingauer Gegend angegeben wird: es gehört zu den im Gebiete seltenen Arten, die weiterhin gen NW. in den südböhmischen Waldungen häufiger werden. Auch das wollen wir hervorheben, daß das gewöhnliche *Carum Carri* in der Wittingauer Gegend durchweg nicht gemein ist. *Symphytum officinale* kommt auf den Wiesen stellenweise vor, *Trollius* fehlt aber vollständig.

Eine schöne, und man könnte, sagen die einzige mesophile Wiesenfacies im Gebiete, die aber bald zu den trockenen Bergwiesen, bald zu den nassen Wiesenmooren neigt, ist die Facies der *Scorzonera humilis*. Es sind das Wiesen, auf denen die Grasteppiche im Wesen durch die dicht stehenden Blätter der genannten Art ersetzt werden.

Auch die durch die langen, trübgrünen, überhängenden Blätter auffallende *Carex brizoides* (besonders die var. *curvata*) bedeckt stellenweise auf Wiesen, besonders Waldwiesen große Flächen.

Cirsium canum kommt auf den Kulturwiesen zerstreut vor, oft mit *Cirsium oleraceum* beisammen, mit dem es dann Bastarde bildet. Dagegen fehlt das *C. acaule*, ein Bewohner der sonnigen, kurzrasigen Abhänge, vollständig.

Die trockenen Wiesen, auf denen die Gräser des *Nardus*- oder *Festuca ovina*-Typus vorherrschen, wurden schon bei den Grasheiden kurz erwähnt: wir haben sie den Heideformationen deshalb hinzugefügt, weil sie wirklich ein „offenes Gelände“ vorstellen, das eines geschlossenen saftigen Grasrasens entbehrt“ (Gräbner). Eine langhalmige trockene Wiese stellen auch die monotonen Bestände der *Deschampsia flexuosa* oder der *Calamagrostis*-Arten vor.

Die Felsenflora ist im eigentlichen Gebiete nicht entwickelt; man könnte hier nur die kleinen Granitfelsen oberhalb Dunajěic bei Wittingau erwähnen, wo z. B. im Walde auch *Blechnum* vorkommt, auf Granitfelsen das subalpine *Lycopodium Selago* (beide in der letzten Zeit von Hrn. Garteninspektor I. Hedrich entdeckt) wächst, und auf den kurzrasigen, sonnigen Lehnen die *Carlina acaulis*.

Sonst ist die Xerophytenflora im Gebiete sehr schwach vertreten; nur beispielweise wollen wir anführen, daß *Dianthus Carthusianorum* und *Genista germanica* vollständig fehlen und *Carlina acaulis* sehr selten ist. Interessant ist dabei, daß beide Arten in dem ebenfalls hercynischen Brdygebirge in viel höherer Lage (über 550 m) und inmitten ausgedehnter Waldungen vorkommen.

Verbascum nigrum und *Dianthus deltoides* sind die zwei häufigsten Xerophyten des Gebietes. Sehr selten ist *Potentilla recta obscura* (!), selten die *P. canescens*. Die pontische *Pot. arenaria* fehlt natürlich vollständig sowohl in der Sandflur als auch in andern Formationen. Auch *P. verna* ist nicht ganz gemein. — Auf den Rainen, wo ebenfalls eine xerophile Flora heimisch ist, kommt neben einigen Vertretern der Sandflur (*Aira caryophyllea*, *Teesdalia*) als Seltenheit *Laserpitium prutenicum* und sehr zerstreut *Koeleria ciliata* (sehr typisch!) vor.

Zuletzt müssen noch die Teichdämme erwähnt werden, die vielen Xerophyten als ein wichtiger Zufluchtsort dienen. So wurde beispielweise auf dem Damme des Stankauer Teiches *Sempervivum soboliferum*, beobachtet: ich selber sah heuer auf dem Damme des Opatovicer Teiches die im Gebiete sehr seltene

Anchusa. Überdies kommen auf diesen Dämmen nebst kleinen *Calluna*-Heiden, *Pteris*-Beständen, Gesträuchen aller Art auch *Koeleria ciliata* (sehr selten), *Verbascum phlomoides* (sehr zerstreut), *V. nigrum* (häufig), *Carlina acaulis* (sehr selten), *Potentilla argentea* (gemein), *Calamintha Clinopodium, Brunella vulgaris. Helianthemum obscurum, Scleranthus perennis, Cerastium glutinosum* (sehr zerstreut), *arvense. glomeratum* (selten), *Silene nutans* (nicht häufig), *Echium vulgare, Rosa coriifolia, tomentosa, Agrimonia Eupatorium* etc. etc. vor.

Bei den Wiesenformationen könnte man noch eine Formation nachträglich erwähnen, die vielleicht am besten den Wiesenmooren subordiniert werden könnte, und die in der Regel den tonigen Boden begleitet. Es sind dies die *Juncus*-Bestände, die später beschrieben werden.

(Fortsetzung folgt.)



Verlag von ***Gustav Fischer*** *in* ***Jena.***

Reproduktion von J. B. Obernetter, München.





Verlag von ***Gustav Fischer*** *in* ***Jena.***

Reproduktion von J. B. Obernetter, München.



Über abnorme Bildungen der Blüten bei *Digitalis ferruginea.*

Von

Friedrich Hildebrand.

(Mit 1 Abbildung im Text und Tafel 18 u. 19.)

Von den neun Pflanzen der *Digitalis ferruginea*, welche in diesem Sommer im Freiburger botanischen Garten, dicht nebeneinander stehend, zu üppiger Blüte gelangten, fiel mir die eine durch ihre abweichend von den anderen gefärbten Blüten auf, so daß ich diese Blüten im Vergleich mit den Blüten der anderen Exemplare näher untersuchte, wobei sich folgendes ergab. An den normalen, zu einem traubigen Blütenstand angeordneten Blüten, von denen einige auf der Tafel 19 links neben der Hauptfigur abgebildet sind, ist die Blumenkrone, welche auf die 5 eiförmig-elliptischen, am Rande membranösen und unbehaarten Kelchblätter folgt, an ihrem unteren Teile kurzröhrig und geht dann in einen weiteren, glockigen Teil über, dessen oben abgerundete Oberlippe 2 spitze, dreieckige, zurückgebogene seitliche Zipfel zeigt, während die Unterlippe in einem breiten, nach unten umgebogenen Teil besteht, welcher auf seiner Oberseite bärtig ist. Diese Blumenkrone zeigt inbezug auf die Färbung auf ihrer Innenseite, besonders an der Unterlippe, ein braunes Adernetz auf gelblichem Grunde. Die Außenseite ist bräunlich gelb. Im Innern liegt der nach oben umgebogene Griffel, in welchen der kugelig-eiförmige Fruchtknoten ausgeht, derartig, daß seine Spitze mit der Narbe zwischen den beiden oberen von den 4 Antheren sich befindet. Dessen ungeachtet kann keine Bestäubung ohne fremde Beihülfe erfolgen, da die Risse der Antheren von der Narbe abgewandt liegen. Insekten vollziehen die Bestäubung, infolge deren die Fruchtknoten zu länglich-kugeligen Früchten anschwellen.

An dem abnormblütigen Exemplar, welches mit den normalblütigen zu gleicher Zeit in Blüte stand, zeichneten sich nun die unteren Blüten auf den ersten Blick dadurch aus, daß sie eine Blumenkrone hatten, welche ein schmutzig violettbraunes Adernetz zeigte, welches bei den nach oben folgenden Blüten immer dunkler wurde und somit schärfer hervortrat. Die Adern gingen am Rande der Blumenkrone in ein reines Violett über.

Der Grund, auf welchem diese Adern verliefen, war, gegenüber dem gelblichen der normalen Blüten, bräunlich violett. Die Außenseite der Blüte hatte eine schmutzig hellrosa Farbe. Die 4 Staubgefäße zeigten nur die Eigentümlichkeit, daß ihre an sich prallen und normal erscheinenden Antheren nicht aufsprangen und erst sehr spät zusammenschrumpften.

Sehr auffällig war nun aber das Verhalten des *Pistills* von dem der normalen Blüten verschieden, wo dasselbe, ehe die Blumenkrone sich öffnete, vollständig in derselben eingeschlossen war. Hier hingegen stand aus den Knospen, schon lange vor deren Öffnen, der Griffel weit hervor und ragte dann an den geöffneten Blüten über deren Oberlippe 6 mm weit heraus, indem er sich, den normalen Blüten gegenüber, stark verlängert und nach oben schwertförmig umgebogen hatte. Dazu hatte sich auch der Fruchtknoten stark verlängert und war sehr stark angeschwollen.

Nach dieser letzteren Erscheinung vermutete ich, daß die Blüten schon im Knospenzustande befruchtet worden seien, indem dort die Griffelspitze weit aus der noch geschlossenen Blumenkrone hervorragte. Ich beobachtete daher täglich diese Pflanze und ließ es auch andere tun, um zu erkunden, ob die Bienen hier schon vor dem Aufgehen der Blüten eine Bestäubung bewirkten. Da ergab sich denn, daß die Bienen, welche auch bei ganz trübem Wetter die dicht bei dem abnormblütigen Exemplar stehenden normalblütigen in Scharen besuchten und aus ihnen Honigsaft und Pollen holten, die abnormen Blüten vollständig unbeachtet ließen. Wenn sich einmal, was höchst selten geschah, eine Biene an den abnormen Blütenstand verirrte, so drang sie doch in keine Blüte ein, sondern flog alsbald zu den normalen. Hiernach und auch wegen der kugelig-eiförmigen Gestalt des Fruchtknotens der normalen Blüten, wurde es höchst unwahrscheinlich, daß die abnormen Blüten schon in ihrem Knospenzustande mit dem Pollen der normalen Blüten bestäubt und infolge hiervon befruchtet und ihr Fruchtknoten zum Anschwellen gebracht worden sei. Und wirklich zeigte sich die Ursache zu letzterem als eine ganz andere. Bei näherer Untersuchung ergab es sich nämlich, daß der Fruchtknoten schon im Knospenzustand der Blüte dadurch, dem normalen gegenüber, so stark angeschwollen war, daß in ihm die Samenanlagen sich ganz abnorm ausgebildet hatten, namentlich lange, dicke, aufrechte Stiele besaßen. An eine Ausbildung von Samen aus diesen, welche ich erhofft hatte, war also nicht zu denken, geschweige denn daran, zu experimentieren, wie die Nachkömmlinge dieses abnormblütigen Exemplars der *Digitalis ferruginea* sich verhalten möchten.

Ich würde es daher nicht der Mühe für wert und nicht für besonders interessant gehalten haben, die vorstehende Mitteilung zu machen, wenn sich nicht bis zum September, wo ich nach Abwesenheit von einem Monat die betreffende Pflanze wieder zu Gesicht bekam, an derselben Bildungen entwickelt hätten,

welche, als an einem und demselben Pflanzenstock zu gleicher Zeit vorkommend, auf dem Gebiete der Teratologie vielleicht einzig in ihrer Art und Mannigfaltigkeit dastehen, und welche ich daher in ihren Einzelheiten beschreiben will. Es scheint mir geeignet, auf alle diese Einzelheiten genau einzugehen, da man, ungeachtet der auf den beiden Tafeln 18 und 19 beigegebenen, nach photographischen Aufnahmen gemachten Abbildungen ohne die nähere Beschreibung sich keine vollkommene Vorstellung von all den Merkwürdigkeiten machen könnte, über welche dann am Schluß eine allgemeine Zusammenfassung gegeben werden soll.

Nachdem der ganze Blütenschoß eine Länge von 1½ Meter erreicht hatte, hat sich an seinem Gipfel, folgend auf die oben beschriebenen abnormen Blüten, deren Blumenkronen nun abgefallen sind, und an welchen die noch stärker vergrößerten Fruchtknoten die langgestielten Samenanlagen noch in frischem, bleichgrünem Zustande enthalten, aus 5 Blüten vermöge deren Durchwachsung ein Schopf von 5 Zweigen gebildet, welche der Reihe nach, wie sie sich auf der Achse des traubigen Blütenstandes entwickelten, beschrieben werden sollen.

Zweig 1.

Dieser Zweig ist in der Figur auf Taf. 18 deswegen nicht abgebildet, weil derselbe vor der photographischen Aufnahme abgebrochen war; es erscheint aber doch nötig, ihn näher zu beschreiben: man hat sich denselben dicht unter dem linken untersten Zweige aus der Traubenachse entspringend vorzustellen. Im allgemeinen Aussehen ist er den anderen 4 Zweigen sehr ähnlich und weicht nur in einigen Einzelheiten von denselben ab. Er zeigt folgendes Verhalten:

Der in einer abnormen, den oben beschriebenen ähnlichen Blüte stehende Fruchtknoten ist an einer Seite bis zur Basis aufgerissen. An dieser Basis ist ein Büschel gestielter, vertrockneter Samenanlagen hervorgetreten, und aus seiner Mitte ist die Blütenachse als ein mehrfach verzweigtes Gebilde von 12 cm Länge hervorgewachsen. Diese Achse hat an ihrem unteren 15 mm langen, drehrunden, grünen Teil keine Blattanhänge, worauf sie 2 eiförmige, grünliche Blättchen trägt, welche auf der Oberseite braun gestreift sind. Nach weiterer Streckung der Achse um 5 mm folgen 8 größere, breitere Blätter dicht aufeinander in unregelmäßiger Spiralstellung. Sie können als Umwandlung und Spaltung einer Blumenkrone angesehen werden, indem sie, von gelblich-grüner Farbe, auf der Innenseite braune Steifen zeigen, besonders aber deswegen, weil in den Achseln der beiden letzten ein vertrocknetes Staubgefäß steht.

Auf diese Blätter folgt eine weitere Streckung der Achse um 3 cm, worauf einige zurückgebogene eiförmig-lanzettliche grüne Hochblätter an ihr folgen, in verschieden großen, bis zu 5 mm Abständen von einander. In den Achseln dieser Hochblätter stehen bis zu 4 mm lange Stiele, welche neue durch-

wachsene Blüten tragen, die wegen ihrer interessanten und bemerkenswerten Eigentümlichkeiten näher zu beschreiben sind.

Der erste Nebenzweig (a) trägt 5 grüne, voneinander getrennte, gleich große, zurückgeschlagene Kelchblätter; darauf folgt eine zygomorphe Blumenkrone von grünlicher Farbe, 5 mm lang, in Form derjenigen der normalen Blüten ähnlich, nur sind die Zipfel etwas mehr abgerundet. Hierauf folgen 4 Staubgefäße mit unaufgesprungenen, Anfang September noch prallen Antheren. An diese schließt sich eine neue Streckung der Achse um 2 cm: dann folgen 3 grüne, kelchartige Schuppen, ein blumenblattartiges Zäpfchen und ein solches mit seitlichem Antherenansatz, dann 3 kurzgestielte, pralle Antheren. Hierauf ist die Achse weiter um 1 cm gestreckt, und es stehen dann in dichter Reihenfolge hintereinander an ihr 5 Schuppenblätter, welche in ihren Achseln Knospenansätze tragen. Schließlich geht der ganze Nebenzweig (a) in eine noch geschlossene Endknospe aus.

An den nun folgenden 4 Nebenzweigen des Zweiges 1 sind zu unterst die Kelchblätter und die Blumenkrone noch ziemlich gut ausgebildet; in letzterer stehen 4 Staubgefäße mit prallen Antheren. Nun folgt eine Streckung der Achse von verschiedener Länge, dann an dieser, nach Überspringung von Hochblättern, wieder 5 Kelchblätter. Die nun folgen sollende Blumenkrone ist aber durch getrennte, kurze Blättchen vertreten, ebenso die 4 Staubgefäße durch ähnliche Blättchen. Nach weiterer Streckung der Achse endigt dieselbe mit einer geschlossenen Knospe.

Schon vor Ansatz dieser 4 Nebenzweige des Zweiges 1 hat sich dessen unten drehrunde Achse verbreitert. Diese Verbänderung wird nun stärker, und die Achse trägt in ungleichen Zwischenräumen grüne Schuppenblätter, welche zuletzt ganz dicht gedrängt stehen und in ihren Achseln kurzgestielte grüne Knospen tragen, welche mit 5 Kelchblättern beginnen und schon eine in unregelmäßige Zipfel gespaltene Blumenkrone erkennen lassen, ebenso verschieden stark ausgebildete Staubgefäße, auf welche eine weitere Durchwachsung mit Endknospe folgt.

Schließlich ist die Achse des Zweiges 1 sehr stark verbändert und an ihrem Ende 9 mm breit, wo sie zahlreiche Schuppenblätter mit Achselknospen trägt.

Zweig 2.

Um die Figuren nicht durch Buchstaben und Zahlen zu verunzieren, sind solche auf den Tafeln weggelassen: man wird die im Text berührten Stellen wohl leicht nach den Beschreibungen auffinden. Der Zweig 2 ist derjenige, welcher auf der Tafel 18 links zu unterst steht. Der Fruchtknoten, welcher die Blüte — deren Ursprung an der Traubenachse in der Abbildung nicht sichtbar — abschließen sollte, ist hier wie bei dem Zweige 1, seitlich gespalten, und an der aus dem Fruchtknoten hervorgewachsenen Blütenachse steht zuerst, nach Auslassung eines

Kelches, eine unregelmäßig gezipfelte, seitlich gespaltene Blumenkrone. Nun folgt eine Streckung der Achse um 5 mm, dann der Ansatz von 4 zurückgebogenen Kelchblättern und einem aufrechten blumenkronartigen Blatt — das umgewandelte fünfte Kelchblatt — darauf 5 getrennte, grünlichweiße Blumenkronblätter mit bärtiger Oberseite. An diese schließen sich 2 Blumenkronblätter mit seitlichen braunen, antherenartigen Streifen — Umwandelungsstufen von Antheren in Blumenblätter — und 2 braune, verschrumpfte Staubgefäße, welche auf der Abbildung nicht zu sehen sind, da sie von den vorhergehenden Teilen gedeckt liegen. Hierauf folgt wiederum eine Streckung der Achse, und zwar eine sehr große, nämlich um 3 cm, und an ihr in den Achseln von Schuppenblättern ähnliche Seitenachsen, wie bei dem Zweige 1, welche aber der Kürze wegen nicht näher beschrieben werden sollen, zumal ihre Beschaffenheit aus der Abbildung leicht ersichtlich sein wird. Meistens tragen sie wie z. B. der in der Abbildung von dem Zweige 2 rechts schief aufstrebende Seitenzweig zu unterst 5 zurückgebogene Kelchblätter, eine einblätterige, kurze, zygomorphe Blumenkrone und 4 pralle Antheren; auf diese folgt eine neue Streckung der Achse, dann der Ansatz von nur 3 Kelchblättern und einer verschiedenen Anzahl von kleinen blumenblattartigen Zipfeln, sowie pralle, kurzgestielte Antheren; dann weitere Streckung der Achse, welche Anfang September mit einer noch geschlossenen Knospe endigte, jetzt, Mitte Oktober, sich in spiralig gestellte, dicht aufeinander folgende Hochblätter aufgelöst hat, in deren Achseln neue, grüne, kugelige Blütenknospen stehen.

Der ganze Zweig 2 schließt mit dicht gedrängten Schuppenblättern, in deren Achsel weitere Knospen sich befinden, ohne Fasziation ab.

Zweig 3.

An diesem Zweige 3, welcher in der Abbildung auf Taf. 18 rechts, ungefähr horizontal absteht, ist der Fruchtknoten der Blüte, aus welcher er entspringt, unten geschlossen geblieben und nur oben gespalten, so daß die verlängerte Blütenachse unten in einer von den beiden Fruchtblättern gebildeten Scheide steckt, welche in der Abbildung gedeckt liegt. An dieser verlängerten Achse stehen zu unterst 13 Blätter von breit-eiförmiger Gestalt, gelblich hellgrün, nur oberseits ein wenig braun-getupft. Dieselben sind oben umgebogen, und dicht aufeinander folgend, in unregelmäßigen Abständen dem Umkreise der Achse eingefügt. Darauf folgt in dieser glockigen, blumenkronenartigen Blütenhülle ein einzelnes gebräuntes Staubgefäß. Im ganzen sind hier also 14 Anhänge an der Achse vorhanden, welche Zahl sich — abgesehen von den 2 Fruchtblättern — auch an den normalen Blüten findet: die 5 Kelchblätter sind hier aber durch blumenblattartige Bildungen vertreten, und ebenso 3 von den 4 Staubgefäßen.

Nach Ansatz dieser 13 Blütenblätter und des einzelnen Staubgefäßes folgt nun eine Streckung der Achse um 15 mm und nach dieser der Ansatz eines Schuppenblattes, in dessen Achsel der Nebenzweig, welchen wir a nennen wollen, steht; derselbe ist in der Abbildung schief nach rechts aufwärts gebogen. Er hat einen 5 mm langen Stiel, an welchem zuerst 5 horizontal ausgebreitete Kelchblätter stehen, auf welche eine glockige, am oberen Rande mit 4 umgebogenen bärtigen Zipfeln versehene, grünliche Blumenkrone folgt, darauf 4 kurzgestielte Antheren. Nun wieder eine Streckung der Achse um 1 cm, dann 4 Kelchblätter, hierauf 8, teils pralle, teils verkümmerte Antheren — also Umwandlungen der Blumenkrone in Staubgefäße — darauf eine kurzgestielte, geschlossene Endknospe.

Etwas höher als das Schuppenblatt, in dessen Achsel der Nebenzweig a steht, ist in höchst eigentümlicher Weise auf der diesem Zweige gegenüber liegenden Seite ein einzelnes gebräuntes Staubgefäß mit 2 mm langem Stiel eingefügt, welches, nach abwärts gerichtet, in der Abbildung zu erkennen ist. Dieses Staubgefäß ist als eine Umwandlung des zu dem nun folgenden Nebenzweig b gehörigen Hochblattes anzusehen, indem dieser, etwas höher gerückte Nebenzweig b kein solches an seiner Basis besitzt. Von diesem Nebenzweige b ist auf der Abbildung nur der untere Teil und der Gipfel zu sehen, da der nach hinten gerichtete Teil desselben von anderen Nebenzweigen des Zweiges 3 gedeckt liegt.

Da in der Abbildung das in Rede stehende Staubgefäß nicht sehr gut kenntlich ist, und die Sache doch von besonderem Interesse sein dürfte, so ist von einer anderen photographischen Aufnahme beifolgend ein Stück wiedergegeben, welche das interessante, nach abwärts gerichtete Staubgefäß sehr deutlich zeigt. Der in seiner Achsel stehende Zweig b ist aber auch hier nicht gut kenntlich, da er von seiner Ansatzstelle ab sich sogleich hinter der Achse des Zweiges 3, an welchem das Staubgefäß sitzt, verbirgt, um dann später, nach oben sich biegend, rechts neben dem ersten Nebenzweig a des Zweiges 3 sichtbar zu werden.



Dieser in der Achsel des Staubgefäßes entspringende Nebenzweig b hat einen 4 mm langen Stiel, an welchem 5 zurückgebogene Kelchblätter sitzen, auf diese folgt eine kurze, unregelmäßig gezipfelte Blumenkrone und in derselben 2 kurze Mittelbildungen zwischen Blumenblättern und Staubgefäßen, indem dieselben in einem blumenblattartigen Teile bestehen, welcher an der einen Seite den gebräunten Ansatz einer An-

therenhälfte zeigt. Es folgt nun eine Streckung der Achse um 1 cm und nun 3 Kelchblätter, in einiger Entfernung von diesen 3 Blumenzipfel und 1 pralle Anthere. Nun weitere Streckung der Achse um 3 mm und dann Ansatz eines Blättchens, welches ein Mittelding zwischen Hochblatt und Blumenkronblatt ist, indem es an dem einen Rande grün gefärbt ist, an dem anderen auf der Oberseite violett und am Rande bebärtet. In seiner Achsel sitzt eine grünliche, kugelige, geschlossene Knospe. Auf dieses eigentümliche Mittelding zwischen Hochblatt und Blumenblatt folgt die Endknospe des Nebenzweiges b, welche in den Achseln ihrer Hochblätter weitere kugelige Knospen trägt.

Nach einer Streckung der Hauptachse des Zweiges 3 folgt in der Achsel eines Hochblattes der Nebenzweig c. Derselbe hat einen Stiel von 3 mm Länge; darauf folgen 5 Kelchblätter, eine kurze, einblättrige, zygomorphe Blumenkrone und 4 pralle Antheren mit kurzen Filamenten. Nun wieder eine Streckung der Achse um 6 mm, dann 3 Kelchblätter, 1 zungenförmiges Blumenkronblatt mit seitlicher verkrümmter Antherenhälfte, hierauf 2 pralle und 2 verschrumpfte Antheren und nach 3 mm Streckung die geschlossene Endknospe.

Nebenzweig d sitzt, nach einer Streckung der Achse des Zweiges 3 um 1 cm, an dieser in der Achsel eines Hochblattes. An seinem 2 mm langen Stiel befinden sich 5 Kelchblätter, auf welche eine Blumenkrone folgt, die den normalen der *Digitalis ferruginea* in Gestalt sehr ähnlich ist, aber kleiner und kürzer und von grünlicher Farbe, und in welcher 4 Staubgefäße mit prallen Antheren sich finden. Nun folgen nach Streckung der Achse um 1 cm — in der Abbildung steht dieser gestreckte Teil ungefähr senkrecht — 4 Kelchblätter, ein bebärteter Blumenkronzipfel und hierauf 2 ganz pralle und 3 nicht so pralle Antheren, dann eine Streckung der Achse um 2 mm und nun die geschlossene Endknospe.

Nebenzweig e folgt dicht auf d in der Achsel eines Hochblattes, sein Stiel hat eine Länge von 4 mm, worauf 5 Kelchblätter folgen und eine Blumenkrone, derjenigen von Nebenzweig d ähnlich, hierauf 4 pralle Antheren. Nach einer Streckung der Achse um 5 mm sitzen an derselben 4 Kelchblätter, 2 getrennte bärtige Blumenkronzipfel, von denen der eine an der Seite einen Antherenanfang zeigt, hierauf eine pralle Anthere. Nach einer Streckung der Achse um 4 mm folgt die Endknospe, welche in den Achseln dicht gedrängter Hochblätter weitere Blütenknospen erkennen läßt.

Nebenzweig f, nach Streckung der Achse des Zweiges 3 um 2 mm, in der Achsel eines Hochblattes folgend, hat einen 3 mm langen Stiel, 5 Kelchblätter, eine Blumenkrone, welche derjenigen von Nebenzweig d sehr ähnlich ist, und 4 pralle Antheren. Auf diese folgt eine Streckung seiner Achse um 3 mm, dann 4 Kelchblätter, 3 Blumenkronzipfel, 3 pralle Antheren und dann die Endknospe.

Nebenzweig g folgt nach Streckung des Achse um 2 mm in der Achsel eines Hochblattes und hat einen 2 mm langen Stiel. An diesem folgen 5 Kelchblätter, eine kurze, glockige, unregelmäßig gezipfelte Blumenkrone, 2 pralle und 2 etwas verkümmerte Antheren. Nun eine Streckung der Achse um 7 mm, dann 4 Kelchblätter, in kleinen, ungleich großen Abständen voneinander der Achse eingefügt, hierauf 2 bärtige Blumenkronzipfel, 2 pralle und 2 verkümmerte Antheren und nun die geschlossene Endknospe.

Nebenzweig h ist nur um 1 mm von Nebenzweig g entfernt und sitzt in der Achsel eines in zwei ungleiche Teile gespaltenen Blattes. Er zeigt zuerst eine merkwürdige Zahlenvermehrung an seinen Anhängen. Er beginnt nämlich mit 10 horizontal abstehenden Kelchblättern, auf welche eine kurze, glockige Blumenkrone folgt, welche unregelmäßig gezipfelt ist; die Anzahl der Zipfel ist nicht gut kenntlich, da dieselben zusammengekrümmt sind, sie beträgt mindestens 8. Auf sie folgt eine pralle und eine verschrumpfte Anthere. Nach 5 mm Streckung verbreitert sich die Achse stark und trägt nun 10 ungleich große Kelchblätter, 3 verkümmerte Blumenkronzipfel und 5 mißbildete Antheren, worauf die verbreiterte Achse in 2 getrennte Endknospen ausgeht, welche in der Abbildung rechts unten von dem gerade aufrechten Nebenzweige des Zweiges 3 kenntlich sind.

Auf den Nebenzweig h folgen 8 weitere durchwachsene Blüten, meist mit 5 Kelchblättern beginnend, worauf Blumenkrone und Staubgefäße und das übrige in ähnlichen Verschiedenheiten folgen, wie dieselben von den vorhergehenden Nebenzweigen beschrieben wurden.

Das Ende des Zweiges 3 geht dann in eine sehr starke Verbänderung aus mit zahlreichen. dicht gedrängt stehenden Hochblättchen, in deren Achseln geschlossene Knospen sitzen.

Zweig 4.

Es ist dies der in der Abbildung auf Tafel 18 ziemlich aufrecht stehende Zweig. dessen unterer Teil von dem Zweige 3 bedeckt liegt. Aus der an der Seite aufgespaltenen Blumenkrone ist nach Ansatz von 4 vertrockneten Staubgefäßen die um 4 mm gestreckte Blütenachse hervorgetreten, und erst nun folgt der Ansatz der beiden Fruchtblätter, welche fast bis zu ihrer Basis voneinander getrennt sind. An der aus ihnen hervortretenden Blütenachse ist nun, abweichend von dem Vorkommen eines Kelches an den sonstigen durchwachsenen Blüten. kein solcher vorhanden, denn es finden sich hier sogleich 5 voneinander getrennte, glockig gestellte Blumenkronblätter von grünlich gelber Farbe und dann, nach kurzer Streckung der Achse, ein vertrocknetes Staubgefäß. Es folgt dann eine weitere Streckung der Achse um 5 mm und nun nur 1 Kelchblatt, und daran schließt sich eine 5 spaltige, glockige Blumenkrone, zur Zeit der photographischen Aufnahme schon vertrocknet. Die

Teile derselben waren Anfang September ungleich tief von einander getrennt und verschieden breit, der eine Zipfel zeigte sich als ein Mittelding zwischen Blumenkronblatt und Staubgefäß, indem er an der einen Seite ein Antherenrudiment trug; hieran schlossen sich 3 langgestielte verkümmerte Antheren. Von dieser Stelle ab sind die unten undeutlichen Teile des aufrecht stehenden Zweiges 4 in der Abbildung besser sichtbar. Es folgt an ihm eine weitere ganz blattlose Streckung der Achse um nicht weniger als 4 cm. An dieser sitzen dann weitere Hochblätter, welche verschieden weit voneinander eingefügt sind, und in deren Achseln zweimal durchwachsene Blüten stehen, ähnlich den von Zweig 3 beschriebenen, welche auch wieder mit einer geschlossenen Knospe endigen, wie dies auch der ganze Zweig 4 tut, dessen oberer Teil auf der Abbildung so deutlich in den meisten Einzelheiten ist, daß ein näheres Eingehen auf dieselben überflüssig erscheint.

Zweig 5.

Es ist dies auf der Tafel 18 derjenige Zweig, welcher wegen seiner Länge auf derselben nicht ganz hat Platz finden können. Derselbe beginnt mit einer Blüte, auf deren 5 Kelchblätter eine unregelmäßig gespaltene Blumenkrone folgt, dicht hinter dieser 4 verkümmerte Staubgefäße. Hierauf hat sich die Achse um 2 cm gestreckt, und die beiden an ihr folgenden Fruchtblätter sind nur oben voneinander in 2, in der Abbildung gut kenntliche Spitzen getrennt, mit ihrem unteren Teil sind sie der Achse angewachsen. Nach dieser Anwuchsstelle zeigt die Achse eine weitere Streckung um 1 cm, ist also im ganzen bis zum Ansatz der nun folgenden Kelchblätter 3 cm lang. Diese Kelchblätter sind in der Anzahl von 8 vorhanden und in ungleich kurzen Abständen voneinander rings der Achse eingefügt. Auf sie folgt eine glockige, ziemlich radiär gestaltete, in der Abbildung sehr deutliche Blumenkrone, deren abgerundete 6 Zipfel bis zur Hälfte der Blumenkronlänge voneinander getrennt sind. Sie haben eine bleichgrüne Farbe und sind am bebärteten Rande etwas nach außen umgebogen. An sie schließen sich 5 Staubgefäße mit langen Filamenten und vertrockneten Antheren.

Auf diese folgt eine Streckung der Blütenachse um 5 cm, dann 3 sehr nahe aufeinander folgende Hochblätter, in deren Achseln keine Nebenzweige stehen. Ein solcher befindet sich erst in der Achsel des vierten Hochblattes, welches auf das dritte dicht folgt. Dieser Nebenzweig trägt an einem 1 cm langen Stiel eine ganz radiär gebaute Blüte. Dieselbe beginnt mit 4 Kelchblättern, an welche sich eine glockige Blumenkrone schließt, deren 4 Zipfel nach außen umgebogen sind. Dieselben sind gelblich grün, auf der Innenseite bärtig. In dieser Blumenkrone stehen, abwechselnd mit deren 4 Zipfeln, 4 Staubgefäße mit teils prallen Antheren. Die Blütenachse hat sich nun weiter um 2 cm verlängert und trägt hierauf 3 abstehende

Kelchblätter und dicht hinter diesen 4 kleine Blattbildungen, welche Mittelstufen zwischen Blumenkronblättern und Staubgefäßen sind. Hierauf hat sich die Achse weiter um 1 cm gestreckt und trägt nun an ihrem Ende 6 Hochblätter, welche so weit voneinander entfernt sind, daß man die in ihren Achseln stehenden Knospen erkennen kann. Auf diese Hochblätter folgen dann weitere, noch ganz fest zu einer Endknospe zusammengeschlossen.

Nach Ansatz dieser durchwachsenen radiären 4zähligen Blüte folgen dann an der Achse des Zweiges 5, bei seiner weiteren Streckung zuerst 4 dicht hintereinander in einer Spirale gestellte kelchartige Blätter, deren viertes am Ende etwas bärtig ist, also eine Übergangsstufe zu einem Blumenkronblatt darstellt, dann weiter 2 etwas gebärtete Blätter und weiter hinauf noch einige gebärtete, welche, da sie ineinander gekrümmt sind, sich nicht gut zählen lassen und Übergangsstufen zwischen Kelch und Blumenkrone darstellen. Dann folgt nach der Gesamtstreckung der Achse des Zweiges 5, von dem Ansatz der 4zähligen Blüte ab um 3 cm, ein weiteres mit einer durchwachsenen Blüte in seiner Achsel versehenes Hochblatt, woran sich in verschieden weiten Entfernungen voneinander weitere Hochblätter schließen, in deren Achseln wieder durchwachsene Blüten stehen, wie die Abbildung dies zeigt.

Der ganze, noch in weiterer Verlängerung begriffene Zweig 5 zeigt am Ende keine Verbänderung.

Außer diesen 5 soeben beschriebenen Zweigen, welche sich schopfartig am Ende des 50 cm langen traubigen Blütenstandes gebildet haben, sind in den Achseln der letzten, dieser Blütentraube voraufgehenden Blätter, welche Übergangsstufen zwischen Laubblättern und Hochblättern darstellen, mehrere verschieden lange Zweige entsprossen, was vielleicht dadurch verursacht wurde, daß die gewöhnlichen, im Eingange beschriebenen abnormen Blüten des merkwürdigen Exemplars von *Digitalis ferruginea* keine Frucht angesetzt haben. Diese Zweige, von denen Tafel 19 ein photographisches Bild gibt, tragen teils abnorme Blüten wie die Hauptachse, teils verzweigen sie sich in ihrem oberen Teile durch Bildung durchwachsener Blüten. Es sollen aber nur einige, besonders interessante Fälle beschrieben werden.

An dem einen Zweig, nämlich demjenigen, welcher auf der Abbildung der Tafel 19 auf der linken Seite steht und oben mit einem Bastfaden beim Photographieren an die Hauptachse der Pflanze angebunden war, und welchen wir mit α bezeichnen wollen, stehen zuerst 8 gewöhnliche abnorme Blüten ohne Durchwachsung. Dann folgt — rechts — eine Blüte mit regelrechtem Kelch und Blumenkrone und 4 vertrockneten Staubgefäßen, auf deren Ansatz die Blütenachse sich um 3 mm gestreckt hat. Hierauf steht an ihr der an der einen Seite tief aufgeschlitzte Fruchtknoten, auf welchen 7 unregelmäßig gekrümmte Blumenblätter folgen, dann, 1 mm höher, der Achse eingefügt, 5 Staub-

gefäße mit verkrümmten Antheren und 1 blumenkronartiges Blatt, welches auf der einen Seite einen Antherenansatz zeigt. Weiter folgt eine Streckung der Achse des Nebenzweiges von α um 2 cm, dann ein Hochblatt ohne Achselsproß und nun ein weiteres mit einem solchen, hierauf weitere 3 Hochblätter ohne Knospen in ihrer Achsel. Hierauf trägt die sich weiter verlängernde Achse ziemlich dicht aufeinander folgende weitere Hochblätter, in deren Achseln Blütenknospen sitzen, von denen die unteren schon weitere Durchwachsungen zeigen. Der auf der Abbildung mit photographierte Bastfaden geht durch diese Seitenknospen hindurch. Das Ende dieses Nebenzweiges von α geht in dicht gedrängte Hochblätter aus, in deren Achseln weitere Knospen stehen.

Über die weiteren Nebenzweige des Zweiges α, welche auf den so eben beschriebenen folgen, wird die Abbildung einigen Aufschluß geben.

Der andere, näher zu beschreibende Zweig, welchen wir β nennen wollen, steht auf der Abbildung rechts von der Hauptachse der Pflanze, dem Zweige α ungefähr gegenüber. Derselbe trägt zuerst 8 Blüten, welche sich wie die sonstigen abnormen verhalten und nicht durchwachsen sind. In den Blüten 9, 10 und 11 verlängert sich dann allmählich der Stiel des Fruchtknotens, und in Blüte 12 ist derselbe 2 mm lang. Der Fruchtknoten selbst ist demjenigen der sonstigen abnormen Blüten unserer Pflanze äußerlich ähnlich, aber in seinem Inneren trägt die Achse nur an ihrem unteren Teil gestielte Samenanlagen, oben geht sie in eine geschlossene Knospe aus.

Auf die Blüte 12 folgen nun 2 Blüten, bei denen der Fruchtknoten mit einem, einige mm langen Stiele aus der Blumenkrone hervorragt, dann eine Blüte — auf der Abbildung an der linken Seite des in Rede stehenden Zweiges β — in welcher die Achse sich bis zu 3 cm verlängert hat. Die beiden an ihr sich gegenüberstehenden, hoch hinauf gerückten Fruchtblätter sind ganz voneinander getrennt und sehen wie die sonstigen Hochblätter aus. Das eine derselben trägt in seiner Achsel eine nach rechts abstehende Seitenachse, welche nach Ansatz von 6 sehr schmalen Kelchblättern eine augenblicklich noch geschlossene Blumenkrone zeigt, während in der Achsel des gegenüberstehenden Blättchens eine noch unentwickelte Knospe sitzt. Beide Achselsprosse sind auf der Abbildung nicht vorhanden, da dieselben zur Zeit der photographischen Aufnahme sich noch nicht entwickelt hatten. Hinter dem Ansatz dieser beiden in Hochblätter umgewandelten Fruchtblätter hat sich die Achse um 8 mm gestreckt, und es folgen nun an ihrem weiter gestreckten Teil Hochblätter in spiraliger Anordnung, von denen das unterste eine — in der Abbildung nach links abstehende — durchwachsene Blüte in seiner Achsel trägt. Die folgenden Hochblätter zeigen in ihren Achseln noch geschlossene Knospen, und der ganze Nebenzweig geht an seinem Ende in dachziegelig übereinander liegende Hochblätter aus.

Auf diesen Nebenzweig des Zweiges β folgen dann mehrere Blüten mit nicht durchwachsener Achse, ähnlich den gewöhnlichen abnormen, und an diese schließen sich dann weitere, noch nicht ganz entwickelte, aus denen aber die Achse schon mit einem Knospenköpfchen herausgewachsen ist. Die Hauptachse des Zweiges β geht in eine geschlossene Endknospe aus.

An einem dritten Zweige, γ, welcher in dem Zweiggewirr der Abbildung auf Tafel 19 nicht recht, wegen Deckung durch andere Zweige, kenntlich ist, findet sich zu unterst eine Blüte, in welcher die Fruchtblätter vollständig fehlen, indem an der in ihr gestreckten Achse sogleich ein einzelnes Hochblatt mit Achselknospe steht. In der zweiten Blüte befinden sich an der gestreckten Achse 2 Hochblätter, auf diese folgen 4 getrennte Blumenkronblätter und darauf 1 Staubgefäß; nun weitere Streckung der Achse und dann an dieser Hochblätter mit noch sehr unentwickelten Achselknospen.

Unterhalb dieser Region des Hauptsprosses, in welcher sich an demselben die so eben beschriebenen Zweige und noch andere aus durchwachsenen Blüten gebildet haben, sind in den Achseln der letzten Laubblätter noch andere mehr oder weniger stark durchwachsene Blüten hervorgesproßt. Von diesen seien nur zwei näher beschrieben.

Bei der einen, — welche bei der photographischen Aufnahme im Hintergrunde lag, also auf der Abbildung auf Taf. 19 nicht gesehen werden kann — ist der untere Teil dem der sonstigen abnormen Blüten ganz gleich, er hat einen 5 blättrigen Kelch, eine normale, zygomorphe Blumenkrone und 4 Staubgefäße mit prallen Antheren. Die Blütenachse ist aber bis zum Rande der Blumenkrone verlängert, und erst hier beginnt der Ansatz eines bis zu seinem Grunde gespaltenen Fruchtknotens. Innerhalb desselben entspringt dann, aus der Spalte hervorquellend, eine 5 zipfelige Blumenkrone. Den einzelnen Zipfeln dieser gegenüber stehen 2 getrennte Blumenblätter und 3 Staubgefäße, und hierauf folgt ein geschlossener, gestielter, nach oben umgebogener Fruchtknoten, ähnlich dem der nicht durchwachsenen abnormen Blüten. Derselbe zeigt in seinem Inneren eine Achse, an welcher unten gestielte, abnorme Samenanlagen sitzen, und welche an ihrem Ende in eine geschlossene Knospe ausgeht.

Eine andere Blüte, welche wohl die merkwürdigste und interessanteste von allen ist, hat sich an der Hauptachse der Pflanze etwas höher als die soeben beschriebene gebildet. In der Abbildung auf Tafel 19 steht sie rechts an der Hauptachse, 5 cm vom unteren Rande entfernt, und ist in ihren hauptsächlichen Eigentümlichkeiten gut kenntlich. Da in der Zusammenfassung auf sie Bezug genommen werden muß, soll sie mit x bezeichnet werden. Dieselbe beginnt wie die gewöhnlichen abnormen Blüten mit einem 5 blätterigen Kelch, an welchen sich die zur Zeit schon verwelkte, daher in Form und Farbe nicht mehr genau kenntliche Blumenkrone anschließt, immerhin kann man noch sehen, daß dieselbe einblättrig ist. In ihrem Innern

ist keine Spur von Staubgefäßen vorhanden. Die Achse der Blüte ist nun etwa um 2 mm gestreckt und trägt dann den in seine 2 Blätter gespaltenen Fruchtknoten, aus dessen Innern eine neue, höchst interessante Blüte hervorgewachsen ist. Dieselbe, von zygomorpher Gestalt, besitzt 3 Kelchblätter, von denen das eine nach unten gerichtet ist, die beiden anderen rechts und links am oberen Blütenteil. Mit diesen 3 Kelchblättern abwechselnd folgen 3 getrennte Blütenblätter von höchst eigentümlicher Gestalt: das obere ist helmförmig über den Fruchtknoten von oben her geneigt, im Innern bräunlich am Rande gebärtet; die beiden anderen — auf der Abbildung sehr hell — sind bedeutend größer, von eilanzettlicher Gestalt, nach den Enden zugespitzt und stehen rechts und links vom unteren Kelchblatt, ohne gewölbt zu sein, in der Blüte nach abwärts. Namentlich ist ihre Farbe interessant, da hier ein ebenso violett gefärbtes Adernetz auftritt, wie bei den Blumenkronen der sonstigen, nicht durchwachsenen, abnormen Blüten, während bei den Blumenkronen der durchwachsenen dies Adernetz fehlt. Auf diese 3 blättrige Blumenkrone folgen nun wieder keine Staubgefäße, die Blütenachse verlängert sich etwas und trägt an ihrem Ende einen Fruchtknoten, welcher dem der gewöhnlichen, nicht durchwachsenen Blüten gleicht.

Diese Blüte x ist besonders dadurch interessant, daß sie, abweichend von denen, welche sich an den durchwachsenen Blütenachsen finden, so ausgesprochen zygomorph in Kelch und Blumenkrone gebildet ist. Wer dieselbe nicht im Zusammenhange mit der Stammpflanze sähe, würde kaum glauben, daß es die Blüte einer dikotylen Pflanze sei, da sie in ihrer Gestalt eher einer monokotylen anzugehören scheint. Besonders tritt sie auch in großen Gegensatz zu der 4 zähligen, radiären Blüte, welche der Zweig 5 auf Taf. 18 zeigt.

In den Achseln der weiter unten an dem merkwürdigen Exemplar von *Digitalis ferruginea* gelegenen Laubblätter hatten sich bis Mitte September mehrere Laubsprosse, manche schon mehrere cm lang, gebildet. Es sollte nun versucht werden, ob sie, nach Ablösung von der Stammpflanze anwachsen würden, um zu erproben, ob die aus ihnen etwa erwachsenen Pflanzen die ähnlichen Abnormitäten in den Blüten zeigen würden, wie die Stammpflanze. Dies ist nun jetzt, Ende Oktober schon an einigen dieser Sprosse geschehen, welche nicht abgelöst worden waren. Ihre Achse hat sich nämlich gestreckt und trägt in den Achseln der oberen hochblattartigen Gebilde Blüten, welche teils den gewöhnlichen, abnormen gleichen, teils schon die Anfänge von Durchwachsungen zeigen, wie sie von den oberen Teilen der Pflanze beschrieben wurden.

Ein starker Seitentrieb hat sich außerdem schon im Laufe des Sommers aus der unteren Blattrosette der besprochenen Pflanze von *Digitalis ferruginea* erhoben, welcher bis Mitte September eine Länge von 75 cm erreicht hatte und sich in seinen Blüten sehr ähnlich verhält, wie der oben beschriebene Haupt-

sproß, nur sind die einzelnen Teile nicht so reich entwickelt, aber es findet sich hier, ebenso wie dort, oben ein Schopf von mehrfach durchwachsenen Blüten; ebenso weiter unten einige solche Zweige, und zwischen beiden eine Region von abnormen Blüten der gewöhnlichen Art, mit schnabeligen, langgestielten, abnorme Samenanlagen enthaltenden Fruchtknoten. Da diese Mißbildungen den schon beschriebenen mehr oder weniger ähnlich sind, so erscheint es überflüssig, näher auf dieselben einzugehen.

Nach dieser ausführlichen Darstellung der meisten Bildungsabweichungen, welche sich an dem augenblicklich — Mitte Oktober — noch weiter vegetierenden Exemplar von *Digitalis ferruginea* zeigen, scheint es geeignet, eine Übersicht über die Gesamtheit dieser Erscheinungen zu geben, um zu zeigen, wie hier ein Fall vorliegt, wo sich an einem und demselben Pflanzenstock in seinen Blüten die verschiedensten Abnormitäten zeigen, wie sie schwerlich an einem anderen zu gleicher Zeit beobachtet worden sind, so daß man diese *Digitalis ferruginea* eine Musterkarte von Monstrositäten nennen könnte. Die Bildungen sind teils so merkwürdiger Natur, daß man dieselben kaum für möglich halten sollte: die nach photographischen Aufnahmen gemachten Abbildungen, welche der vorliegenden Abhandlung den hauptsächlichen Wert verleihen, zeugen aber von deren wirklichem Vorhandensein.

Was zuerst die Verzweigung im Blütenstande angeht, so sind ja sehr viele solcher Fälle beobachtet worden und kommen dem hierauf gerichteten Beobachter jedes Jahr zu Gesicht, wo in einem sonst traubigen Blütenstande einzelne Blüten durch blütentragende Zweige vertreten sind, welche, in ganz normaler Weise mit einigen Hochblättern beginnend, in den Achseln der folgenden Hochblätter weitere normale Blüten tragen. Hier bei der beobachteten Pflanze von *Digitalis ferruginea* liegt die Sache aber ganz anders, indem die Verzweigung dadurch geschehen ist, daß die Blüten der Traube einen abnormen Fruchtknoten gebildet haben, in welchem die Blütenachse sich gestreckt, denselben durchbrochen hat und hervorgewachsen ist und dann an sich entweder eine neue abnorme Blüte bildet, oder Hochblätter trägt, in deren Achseln wieder neue Blüten mit verschieden lang durchwachsener und sich verzweigender Achse entstanden sind, an denen sich wiederum abnorme Blüten gebildet haben, deren Achse sich manchmal noch wieder verlängert und in eine Endknospe ausgeht. Es ist hier also aus einem einfach traubigen Blütenstand ein rispiger, aus Trauben zusammengesetzter entstanden, was vermöge der Durchwachsung abnormer Blüten geschehen ist.

Einen nur in gewisser Weise ähnlichen Fall von Durchwachsung hat Cramer in den neuen Denkschriften der allge-

meinen schweizerischen Gesellschaft, Bd. 5. 1841 tab. 2 von *Delphinium elatum* (nachgebildet in Masters Pflanzenteratologie, deutsch von U. Dammer, S. 148, Fig. 63) dargestellt: es hat sich hier die Blütenachse gestreckt und trägt in den Achseln der von ihr in die Höhe gehobenen Fruchtblätter Seitenachsen mit abnormen Blüten.

Neben diesen ungemein üppigen und oft wiederholten Durchwachsungen der Blüten tritt dann in einzelnen Fällen Verbänderung der Hauptachse des aus einer Einzelblüte hervorgewachsenen Blütenstandes, oder auch dessen Seitenzweigen ein, wie dies besonders der rechts abstehende Zweig auf Taf. 18 zeigt.

Was nun näher die verschiedene Art der Durchwachsung der Blüten angeht, so geschieht dieselbe in der Weise, daß in dem Fruchtknoten die Blütenachse, welche in ihrem unteren Teile manchmal noch langgestielte, verbildete Samenanlagen trägt, sich mit Blattanhängen verschiedener Art bekleidet und nun, nach verschiedener Streckung unterhalb des Ansatzes der Blattbildungen, aus dem Fruchtknoten hervorgeschoben wird. Hierbei bleibt der Fruchtknoten in seinem unteren Teil manchmal ganz geschlossen, in anderen Fällen ist er bis zu seinem Grunde gespalten; manchmal sind die beiden Fruchtblätter rings der Achse mit ihrer inneren Seite angewachsen. Ein Fall — an dem Zweige 4 — wurde beobachtet, wo die Blütenachse sich schon unterhalb des Ansatzes der beiden Fruchtblätter, nicht erst oberhalb dieses Ansatzes, verlängert hatte. Ein anderer Fall sei hier noch erwähnt, welcher sich dadurch von den sonstigen auszeichnet, daß schon innerhalb des Fruchtknotens sich 2 an der Blütenachse in den Achseln der beiden Fruchtblätter gebildete Knospen zeigen.

Die aus der Blüte hervorgetretene Achse bildet nun zuerst nach verschieden langer Streckung eine neue Blüte an sich, durchwächst dann diese und bildet nun bei weiterer Streckung neue Hochblätter, in deren Achseln neue Blüten entstehen, deren Achse wiederum durchwächst und weitere Blüten an sich trägt, wodurch dann, anstatt einer Einzelblüte, an der Traubenachse ein mehrmals verzweigter Blütenstand entsteht. Die Streckungen der Achsen an diesem sind sehr verschieden große, wie aus der vorstehenden Beschreibung sich abnehmen läßt, ebenso besonders auch aus den Abbildungen auf den ersten Blick ersichtlich wird. Die Streckung dieser Achsen ist in keiner Weise an irgend welche Regel gebunden.

An den aus den Blüten heraustretenden Achsen und deren Seitenachsen sind nun meistens die verschiedenen Blattgebilde hintereinander so vertreten, wie sie sich in den normalen Blüten finden, aber, wie wir später sehen werden, oft in abweichender Stellung, Form und Anzahl. Es beginnt die an der durchwachsenden Achse neu sich bildende Blüte gewöhnlich mit einem Kelch, an welchen sich die Blumenkrone, die Staubgefäße und Fruchtblätter anschließen, worauf dann wieder die Blütenachse weiter wächst. Es finden aber auch Überspringungen, Aus-

lassungen der einzelnen genannten Teile statt. So fehlt immer an den nach der ersten Durchwachsung gebildeten Blüten der Kelch, welcher sich an den späteren Durchwachsungen stets findet. Ein Fehlen der Blumenkrone oder blumenkronartiger Gebilde wurde hingegen nicht beobachtet. Bisweilen, z. B. in der Blüte x S. 358, kommt es aber vor, daß die Staubgefäße ganz fehlen, während, abgesehen von der ersten durchwachsenen Blüte, in den an der durchwachsenen Achse befindlichen Blüten kein Fruchtknoten, keine Fruchtblätter sich finden, wenn man nicht etwa die beiden ersten an der hindurchwachsenden Achse befindlichen Hochblätter für solche halten will.

Von den in senkrechter Richtung stattfindenden Verschiebungen der einzelnen Blütenteile sei nur erwähnt, daß sehr oft der Ansatz der Fruchtblätter in den ersten durchwachsenen Blüten nicht dicht auf den der Staubgefäße folgt, sondern mehr oder weniger in die Höhe gerückt ist.

Verschiebungen in horizontaler Richtung kommen hingegen mehrfach vor, indem die Kelchblätter sich seitlich voneinander entfernt und in eine Spirale gestellt haben, was auch bisweilen mit den Teilen der Blumenkrone geschieht, wenn die Blumenkronblätter nicht, wie es bei den normalen Blüten der Fall ist, miteinander verwachsen, sondern vollständig voneinander getrennt sind.

Solche Spaltungen der Blumenkrone treten in der verschiedensten Stärke auf. Manchmal sind deren 5 Teile bis zum Grunde alle vollständig voneinander getrennt, in anderen Fällen geht diese Spaltung nicht bis zum Grunde, seltener findet dieselbe nur an einer Seite der typisch einblättrigen Blumenkrone statt.

Während diese in den normalen Blüten typisch zygomorph ist, ebenso bei den gewöhnlichen abnormen undurchwachsenen, so nimmt diese Blumenkrone in den durchwachsenen Blüten meistens eine sehr unregelmäßige Gestalt an. Um so interessanter ist der Fall, wie er sich am Zweige 5 zeigt, wo eine durchwachsene Blüte eine vollständig radiäre, aufrechte, glockige 4 zipfelige Blumenkrone zeigt, siehe S. 355.

Die Farbe der Blumenkrone ist in allen Fällen mehr oder weniger abweichend von den normalen, wie im Eingange von den nicht durchwachsenen Blüten beschrieben wurde. Bei den durchwachsenen Blüten fehlen auf ihr immer die dunkelbraun gefärbten Adern, und es treten hier entweder nur einzelne dunkelbraun oder violett gefärbte Punkte, Streifchen und Berandungen auf, oder dieselben fehlen ganz, und die Blumenkrone zeigt eine hellgelbe, mehr oder weniger ins Grünliche oder Bräunliche hinüberspielende Farbe.

Weiter finden sich in den abnormen Blüten, besonders den durchwachsenen die Staubgefäße sehr verändert. Ihre Filamente sind entweder sehr verkürzt, namentlich immer in den nichtdurchwachsenen abnormen Blüten, während sie bei den durchwachsenen mehr oder weniger stark über das gewöhnliche

Maß hinaus verlängert sind. Die Antheren sind zwar mehrfach äußerlich gut ausgebildet, so stets in den gewöhnlichen abnormen Blüten und teilweise auch in den durchwachsenen. Ungeachtet ihrer, von denen der normalen Blüten nicht abweichenden Gestalt, springen sie aber niemals zur normalen Zeit auf und sind oft noch ganz frisch und prall, nachdem die Blüten wochenlang geöffnet gewesen sind. In den oberen, durchwachsenen Blüten sind die Antheren hingegen von Anfang an ganz verkümmert. Die in den Antheren aller abnormen Blüten enthaltene Pollenkörner sind fast alle schlecht ausgebildet, nur ganz wenige sind von normaler Gestalt, es ist jedoch fraglich, ob dieselben auch befruchtungsfähig sind.

Hauptsächlich tritt aber die Abnormität in der Gestalt und im Inneren des Fruchtknotens auf. Während derselbe in den normalen Blüten eine elliptische Gestalt hat, ist er in den gewöhnlichen abnormen, nicht durchwachsenen Blüten von länglicher Form und mit seiner oberen Hälfte nach oben umgebogen. Die Samenanlagen in diesem Fruchtknoten sind immer mißgebildet und mit sehr langen Nabelsträngen versehen. Bei Durchwachsung der Blüten fehlt der Fruchtknoten entweder ganz, oder die beiden Fruchtblätter sind an der verlängerten Blütenachse als eine mehr oder weniger gespaltene Scheide hinauf gerückt.

Weiter finden sich Umwandelungen der Glieder der einen Blattregion in die einer voraufgehenden oder in die einer folgenden. So sind manchmal die Kelchblätter in Blumenkronblätter umgewandelt, die Blumenblätter in Staubgefäße, die Staubgefäße in Blumenblätter und die Fruchtblätter in Hochblätter. Besonders interessant ist aber der kaum glaubliche Fall, wie er sich am Zweige 3 — siehe S. 352 zeigt, wo ein Hochblatt in ein Staubgefäß verwandelt zu sein scheint, indem aus der Achsel dieses Staubgefäßes ein Nebenzweig entspringt.

Bei diesen Umänderungen zeigen sich mancherlei Übergangsstufen von den einen Teilen der Blüte zu den anderen. So finden sich solche besonders zwischen den Kelchblättern und der Blumenkrone, namentlich kommen Zwischenstufen zwischen letzterer und Staubgefäßen vor, indem ein blumenkronartiges Blatt an der einen Seite in Form von einem Streifen den Anfang zu einer Antherenhälfte zeigt. Ein eigentümliches Mittelding zwischen Blumenblatt und Hochblatt zeigt sich am Nebenzweig b des Zweiges 3.

Auch Zahlenveränderungen finden, wenn auch nicht an den undurchwachsenen abnormen Blüten, so doch sehr häufig an den aus den abnormen Blüten hervorgewachsenen statt. Daß eine ganze Blüte in ihren Blattkreisen, abgesehen vom Fruchtknoten, 4 zählig sei, wurde nur einmal beobachtet, nämlich an einer Blüte des in der Abbildung auf Taf. 18 aufrecht stehenden Nebenzweiges des Zweiges 5, siehe S. 355. In den anderen Fällen zeigen sich die Zahlenverhältnisse sehr unregelmäßig verändert. So lassen sich anstatt des 5 zähligen Kelches oft Fälle beob-

achten, wo derselbe nur aus 3 Blättern besteht oder nur aus 4. In einem Falle haben seine Blätter hingegen an Zahl zugenommen, indem derselbe 10 blätterig ist. Weiter sind auch mehrfach in der sonst 5 zipfeligen Blumenkrone die Zahlenverhältnisse verändert, indem die Zahl 5 auf 2 oder 3 reduziert ist, in anderen Fällen auf 6, 7 sogar 8 erhöht. Besonders bemerkenswert ist der Fall, wie ihn die Blüte x — siehe S. 358 — zeigt, wo sowohl Kelch wie Blumenkrone 3 zählig sind.

Auch die Zahlenverhältnisse der Staubgefäße sind mehrfach an denjenigen Blüten verändert, welche an den durchwachsenden Achsen sich finden. In den normalen Blüten sind dieselben bekanntlich in der Anzahl von 4 vorhanden, ebenso viele, wie oben besprochen, an denjenigen abnormen Blüten, deren Achse nicht durchwachsen ist. Geschieht aber eine solche Durchwachsung, so besitzen die an der durchgewachsenen Achse und deren Verzweigungen hervortretenden Blüten, außer der Zahl 4 die verschiedenste Anzahl von Staubgefäßen, nämlich nur 1 oder 3, oder mehr, nämlich 5 — was der Zahl in Kelch und Blumenkrone entspricht — in einem Falle wurden sogar 8 beobachtet. Übrigens finden namentlich im Staubgefäßkreise zahlreiche Verkümmerungen statt.

Ein geschlossener Fruchtknoten findet sich an den Blüten, welche an der durchgewachsenen Achse stehen, niemals, sondern die letztere schließt, nach Ansatz der letzten Staubgefäße stets mit einer unentwickelten Endknospe ab, welche aus Hochblättern besteht, in deren Achseln schon oft die Anfänge von neuen Blütenknospen zu erkennen sind.

Nach dieser Übersicht über die Veränderungen der einzelnen Blütenteile in dem so abnormen Blütenstand des Exemplars von *Digitalis ferruginea* sei noch hinzugefügt, daß die Unregelmäßigkeiten immer mehr zunehmen, je weiter sich die aus den abnormen Blüten hervorgetretene Achse verzweigt. Die ersteren sind, abgesehen von ihrem Fruchtknoten, verhältnismäßig noch nicht sehr abnorm gebildet, während die Abnormitäten an den letzten Verzweigungen sehr stark in die Augen springen.

Hervorzuheben ist auch noch, daß bei den Durchwachsungen der Blüten die durchwachsende Achse in ihrer Streckung immer der Entfaltung der an ihr sich bildenden blattartigen Organe voraneilt, was man an den auf den beiden Tafeln dargestellten Fällen leicht erkennen kann, wo aus den noch ganz geschlossenen Blumenkronen die gestreckte Achse mit der Endknospe mehr oder weniger weit hervorragt.

Weiter sei noch bemerkt, daß an der beschriebenen abnormblütigen Pflanze vor *Digitalis ferruginea* sich leider keine Samen ziehen lassen, weil die Samenanlagen mißbildet sind, so daß man nicht erproben kann, ob die geschlechtlich erzeugten Nachkommen der Pflanze die Abnormitäten des Elters erben werden. Um die Abnormität möglicher Weise zu erhalten, muß der Ver-

such gemacht werden, Stecklingspflanzen aus den an dem unteren Teil der abnormen Pflanze befindlichen Seitensprosse zu ziehen und diese zum Blühen zu bringen.

Fragen wir uns schließlich, wodurch die im vorhergehenden beschriebenen und auf den beiden Tafeln dargestellten Abnormitäten in einem einzelnen Exemplar von *Digitalis ferruginea* hervorgerufen seien, so müssen wir sagen, daß äußere Bedingungen allein in keiner Weise die Ursache sein können, wenn auch zugegeben werden muß, daß das abnorme Wetter dieses Sommers die Pflanze zu den Abnormitäten prädisponiert haben kann. Dieselbe steht mit den 8 Exemplaren der gleichen Art, welche sich bei ihrer Blüte im Sommer ganz normal verhielten, dicht gedrängt zusammen. Sie hat also mit diesen aus dem Boden die gleiche Nahrung aufnehmen können, und ihre oberirdischen Teile sind in ganz gleicher Weise den Einflüssen der Temperatur, des Lichtes, der Feuchtigkeit und Bewegung der Luft von Anfang an ausgesetzt gewesen. Da bleibt uns nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß es innere, uns unerklärliche Ursachen gewesen sind, welche gerade dies eine Exemplar zu so auffälligen Abänderungen in den Blüten veranlaßt haben. Diese Abänderungen sind ganz plötzlich eingetreten, wobei sich aber eine Übergangsreihe von solchen Blüten zeigt, welche nur in der Farbe der Blumenkrone und den abnorm gebildeten Staubgefäßen und Fruchtknoten abweichen, bis zu jenen, deren Achse durchwachsen ist und an dieser durchwachsenen Achse neue Blütenteile und seitliche, mit solchen versehene Zweige gebildet hat.

Die Bildung dieser durchwachsenen Blüten steht allem Anschein nach damit im Zusammenhang, daß die ersten abnormen, nicht durchwachsenen Blüten keine Frucht ansetzen konnten und die von der Pflanze gebildeten Stoffe hierzu verwerten, welche nun zur Ausbildung der Durchwachsungen der Blüten angewandt werden konnten. Mit der Unterdrückung der Samenbildung steht es auch offenbar im Zusammenhang, daß die einzelnen Teile der Blüten sich ganz ungewöhnlich lange erhalten haben, wie die nach den photographischen Aufnahmen gemachten Abbildungen sehr deutlich zeigen. Während die Blüten keine Frucht ansetzen konnten, haben sie ihre vegetative Kraft nicht verloren, und die in ihnen befindliche Anlage zur geschlechtlichen Fortpflanzung ist unterdrückt worden durch vegetative Sprossung, welche namentlich in einem, oben nicht näher beschriebenen Falle sehr in die Erscheinung tritt, wo das Ende einer aus einer Blüte hervorgewachsenen Achse sich in einen Zweig verwandelt hat, dessen voneinander entfernte Blattanhänge einen Übergang von Hochblättern zu Laubblättern zeigen.

Wenn auch die vorliegende Abnormität keine Aussicht hat, sich geschlechtlich fortzupflanzen und so für die Umbildung der Art von Wichtigkeit zu sein, so kann sie doch, neben ihrer morphologischen Bedeutung, ein Beispiel dafür abgeben, wie aus

inneren, uns unerklärlichen Gründen tief einschneidende Veränderungen an einem Pflanzenstück plötzlich in die Erscheinung treten können.

Erklärung der Tafeln.

Tafel 18.

Digitalis ferruginea: Oberer Teil des Blütenstandes der abnormblütigen Pflanze, fast in natürlicher Größe.

Tafel 19.

Digitalis ferruginea: unterer Teil des Blütenstandes der abnormen Pflanze, ein wenig verkleinert. Zwischen dem oberen Schluß der Abbildung auf Tafel 19 und dem unteren Anfange der Abbildung auf Tafel 18 hat man sich die Achse des traubigen Blütenstandes um 30 cm verlängert und mit solchen Blüten besetzt zu denken, wie sie der obere Teil der Abbildung auf Tafel 19 zeigt.

Links von der Hauptfigur dieser Tafel, zum Vergleich mit den abnormen Blüten, ein Büschel normaler Blüten, welcher sich im Spätherbst an einer normalen Pflanze an einer Blattachsel unterhalb des einfach traubigen Blütenstandes derselben gebildet hatte.



Photogr. v. E. Kempke. Crayondruck J. B. Obernetter, München.

Digitalis ferruginea

*Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena**.*





Photogr. v. E. Kempke. Crayondruck J. B. Obernetter, München.

Digitalis ferruginea

Verlag von Gustav Fischer in Jena.



Druck von Gebauer-Schwetschke Druckerei u. Verlag m. b. H., Halle a. S.

Beihefte
zum
Botanischen Centralblatt.

Original-Arbeiten.

Herausgegeben
von
Prof. Dr. Oscar Uhlworm in Berlin und **Prof. Dr. F. G. Kohl** in Marburg.

Band XVI. — Heft 3.

Mit 2 Tafeln und 1 Abbildung im Text.

Inhalt:



Jena
Verlag von Gustav Fischer.
1904.

Siphoneen-Studien.

Von

A. Ernst, Zürich.

III. Zur Morphologie und Physiologie der Fortpflanzungszellen der Gattung *Vaucheria* DC.

(Mit Tafel 20.)

1. Sporangien- und Aplanosporenbildung bei *Vaucheria piloboloides* Thur.

Die in ihrem Bau und in ihrer Größe von den Zoosporen der anderen Grünalgen so wesentlich abweichenden Fortpflanzungszellen der Gattung *Vaucheria* sind schon sehr oft Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Ihre Entwicklung ist zuerst von Thuret[1]) bei *Vaucheria sessilis* (*Vauch.*) DC., genau beobachtet und beschrieben worden. Sie erfolgt, indem zunächst das keulenförmig angeschwollene und reichlich mit Plasma und Chlorophyll angefüllte Schlauchende durch eine Querwand als Sporangium vom übrigen Faden abgetrennt wird. Bei der Reife wird die Sporangiumhaut am Scheitel gesprengt und der gesamte Sporangiuminhalt tritt in Form einer einzigen großen Schwärmspore aus. Die Schwärmzellen von *Vaucheria* sind länglich ovale oder birnförmige, zunächst membranlose Zellen, welche sich vermittelst zahlreicher kurzer Zilien unter gleichzeitiger Rotation um ihre Längsachse vorwärts bewegen. Bei einigen Arten, *Vaucheria sessilis*, *repens*, *clavata*, *synandra* etc. entspringen die Zilien dichtgedrängt der Oberfläche einer, den chlorophyllreichen Sporenkörper allseitig in gleichmäßiger Dicke umhüllenden, farblosen Plasmaschicht; bei *Vaucheria ornithocephala* Agdh. (*sericea* Lyngb.)[2]) und *V. polysperma*[3]) ist diese farblose Plasmaschicht nur am vorderen Pole der Spore stark entwickelt und mit zahlreichen Zilien ausgerüstet, gegen den hinteren Pol hin wird sie dünner und trägt nur spärliche Zilien.

[1]) Thuret, G., Recherches sur les organes locomoteurs des spores des Algues. (Ann. d. Sc. nat. Série. II. Bot. F. XIX. pag. 270.)

[2]) Walz, J., Beitrag zur Morphologie und Systematik der Gattung *Vaucheria* DC. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. V. 1866—67. pag. 132.)

[3]) Götz, H., Zur Systematik der Gattung *Vaucheria* DC. (Flora. Bd. 83. 1897. pag. 94.)

Über den feineren Bau der Zoosporen sind wir namentlich durch Schmitz[1]) und Strasburger[2]) unterrichtet worden: die Ergebnisse ihrer Untersuchungen boten auch die ersten Anhaltspunkte zur Erklärung des besonderen Baues dieser Schwärmzellen. Schmitz stellte fest, daß die Zilien einander stets paarweise genähert sind, und daß unmittelbar unter der Insertionsstelle eines Zilienpaares in dem hellen Plasmasaume ein Zellkern liegt mit radial gestellter Längsachse. Die zahlreichen Zellkerne des Sporangiums nehmen erst in den letzten Stadien der Sporenentwicklung, immerhin der Zilienbildung vorausgehend, ihre spätere peripherische Stellung ein. Da auch bei denjenigen Grünalgen, in deren Sporangien zahlreiche Zoosporen erzeugt werden, die Kerne vor der Sporenbildung zunächst peripherisch gelagert werden und erst hierauf durch Vielzellbildung das Plasma in gleichmäßige, je einen Kern umschließende Ballen zerlegt wird, zieht Schmitz aus der Übereinstimmung der Vorgänge, welche dem Ausschwärmen der einen *Vaucheria*-Spore und der Vielzellbildung in den Sporangien anderer Grünalgen unmittelbar vorausgehen, den Schluß, daß die Zoospore von *Vaucheria* einem hohlkugeligen Verbande zahlreicher Zoosporen anderer Grünalgen entspreche.

Die hieraus sich ergebende Auffassung der besonders gestalteten *Vaucheria*-Schwärmer als Resultat eines nicht zum Abschluß gelangten Bildungsprozesses normaler kleinerer Zoosporen wird durch einige weitere Beobachtungen gestützt[3]). Trotz ihrer reproduktiven Funktion behalten die *Vaucheria*-Schwärmer doch mehr oder weniger den Charakter vegetativer Zellen (der Sporangiumzelle) mit einem großen, häufig von Plasmasträngen durchsetzten Saftraume. In Übereinstimmung mit der vegetativen, schlauchförmigen Zelle kommt auch der mit allen Inhaltsbestandteilen in reichem Maße ausgestatteten Spore ein starkes Reproduktionsvermögen zu. Teile von Schwärmsporen — eine Zerlegung derselben in zwei Stücke erfolgt häufig beim Austreten aus der engen Sporangiumöffnung[4]) — sind in gleicher Weise existenz- und wachstumsfähig wie die ganze Spore und wie isolierte Teile eines vegetativen Fadens. Für die Ungleichwertigkeit der *Vaucheria*-Schwärmer mit den Zoosporen anderer Grünalgen spricht auch die im Vergleich zu diesen stark verkürzte Schwärmzeit. Bei *V. sessilis* bewegen sich nach Thuret und Strasburger die Zoosporen im Maximum $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde, können auch bereits

[1]) Schmitz, F., Über die Zellkerne der Thallophyten. (Sitzgsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde z. Bonn. 1879. S. A. pag. 3.)

[2]) Strasburger, E., Zellbildung und Zellteilung. 3. Aufl. 1880. pag. 84—90 u. 211—214.

[3]) Falkenberg, P., Die Algen im weitesten Sinne. (Handb. d. Botanik v. Schenk. Bd. II. pag. 265.)

[4]) Unger, Fr., Die Pflanze im Momente der Tierwerdung. 1843. pag. 23—27.

Braun, A., Über Verjüngung in der Natur. 1851. pag. 174.

Thuret, G., l. c. pag. 273. Fig. 36a und b. Strasburger, E., l. c. pag. 88.

nach einigen Minuten zur Ruhe kommen; bei *V. ornithocephala* (Walz. l. c. pag. 132), deren Schwärmer nur am vordern Pole einen vollständigen Zilienbesatz zeigen, dauert die Bewegungsfähigkeit sogar nur 1/2—1 1/2 Minuten an, und bei einigen weitern Arten ist infolge vollständigen Verlustes des Wimperkleides jede Eigenbewegung der ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen verloren gegangen. Im Sporangium dieser letzteren *Vaucherien* entsteht also anstelle der Zoospore eine (unbewegliche) Aplanospore[1]), welcher der farblose, zilienbildende und kernführende Plasmasaum vollständig fehlt, die aber in ihrer Entstehung und im späteren Verhalten doch noch in wesentlichen Punkten Übereinstimmungen oder Anklänge an das Verhalten der Zoosporen zeigt. Die zilienlose Aplanospore wird bei *Vaucheria hamata* (Walz. l. c. pag. 132) ähnlich einer Zoospore aus dem Sporangium entleert, während bei *Vaucheria geminata* (Walz. l. c. p. 133), *uncinata* und *racemosa* (Götz. l. c. p. 123 u. 125) die eiförmigen oder kugeligen Sporen nicht entleert werden, innerhalb der Sporangiumwand zu keimen beginnen oder durch Verwitterung der Sporangiumwand später frei werden und nach einer Ruheperiode auskeimen.

Im nachfolgenden sollen die ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen der *Vaucheria piloboloides* Thur.[2]) beschrieben werden, die trotz besonderer charakteristischer Form, nach ihrer Entstehung und ihrem späteren Verhalten eine Mittelstellung zwischen Zoospore und eigentlicher Aplanospore einnehmen und so ein neues Glied der skizzierten Reduktionsreihe bilden, welche innerhalb der Gattung *Vaucheria* von den Zoosporen der *V. sessilis* zu den Aplanosporen der *V. geminata* führt.

Vaucheria piloboloides stand mir dieses Frühjahr in Neapel in großer Menge zur Verfügung; ich benutzte die Gelegenheit, diese noch ungenau bekannte marine *Vaucheria*-Art eingehend zu studieren. Die Ergebnisse der entwickelungsgeschichtlichen und physiologischen Untersuchung bilden, soweit sie die ungeschlechtliche Fortpflanzung betreffen, Gegenstand dieser Mitteilung, während über die geschlechtliche Fortpflanzung in anderem Zusammenhange berichtet werden soll. — Die untersuchte *Vaucheria* fand sich dieses Frühjahr von Anfang März an in einer kleinen Bucht am Posilipo auf sandigem Untergrunde in einer Tiefe von 3—6 m. Sie bildete auf dem spärlich mit anderen Algen bewachsenen Sande scharf umgrenzte polsterförmige Rasen, ein bis mehrere Quadratdezimeter groß.

1) Wille, N., Algologische Mitteilungen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XVIII 1887. pag. 490 u. 507.)

2) Thuret, G., Mém. soc. sc. nat. Cherbourg. II. 1854. pag. 389.

Le Jolis, A., Liste des algues marines de Cherbourg. 1880. pag. 65—66. T. I. fig. 4 u. 5.

Woronin, M., Beitrag zur Kenntnis der *Vaucherien*. (Bot. Zeitg. Jahrg. 27. 1869. pag. 153—157. Taf. II).

Hauck, F., Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. 1885. pag. 413.

Während der ganzen Dauer der Untersuchung stand jederzeit frisches Material zur Verfügung; die mit dem Netze heraufgeholten Rasen hielten sich indessen auch in der Kultur vorzüglich, sodaß der ganze Entwickelungsgang lückenlos verfolgt werden konnte.

Die dunkelgrünen Rasen der *Vaucheria piloboloides* setzen sich aus schwach verzweigten, 2—6 cm langen, aufrecht wachsenden Schläuchen zusammen, die aus den im Sande durcheinander geflochtenen farblosen Rhizoiden entspringen. Der Durchmesser dieser vegetativen Fäden beträgt gewöhnlich 55—80 μ (n. Hauck und De Toni[1]) 40—100 μ). Im Zellinhalte fallen die spindelförmigen, in der Mitte oft kugelig angeschwollenen Chlorophyllkörner auf; die Öl- oder Fettröpfchen sind im Vergleich zu anderen *Vaucheria*-Arten verschwindend klein und wenig zahlreich. Sie werden erst bei stärkerer (ca. 500 facher) Vergrößerung zwischen den Chlorophyllkörnern als kleine, schimmernde Kügelchen wahrgenommen.

Die Untersuchung der Fortpflanzungsverhältnisse von *Vaucheria piloboloides* wird dadurch erleichtert, daß sich an einem Rasen zu jeder Zeit nur einerlei Fortpflanzungszellen (geschlechtliche oder ungeschlechtliche) in großer Zahl bilden. Die Befunde an den frisch vom Standorte geholten Rasen zeigten auch, daß dort während des größeren Teiles der verhältnismäßig kurzen, 4—6 wöchentlichen Vegetationsdauer nur Sporenbildung erfolgt, und daß diese erst am Ende der Vegetationszeit durch eine einmalige reichliche Produktion von Geschlechtsorganen ersetzt wird.

Die Sporangien von *V. piloboloides* waren schon Thuret bekannt. Während er aber, und mit ihm Walz, annahm, daß sich in denselben Zoosporen bilden, erschien es Woronin auf Grund seiner Beobachtungen, obschon ihm die direkte Wahrnehmung des Sporenaustrittes nicht möglich war, wahrscheinlicher, daß die Sporen von *V. piloboloides* bewegungslos, Aplanosporen, seien.

Die Sporangien- und Sporenbildung geht bei *V. piloboloides* wie bei den Süßwasser-*Vaucherien* in kurzer Zeit, im Verlaufe weniger Stunden vor sich. Am Standort der Pflanze scheint der Vorgang in den ersten Morgenstunden zu beginnen, so daß die Sporen zwischen 9—11 h. a. m. ausgebildet sind und ausgestoßen werden.

Wie bei den anderen *Vaucherien* schwellen auch bei der untersuchten Art die sporangienbildenden Fäden an ihrem Scheitel keulenförmig an. Gleichzeitig läßt sich in denselben eine gegen die Spitze hin gerichtete Protoplasmaströmung wahrnehmen, welche eine solche Masse von Plasma mit Zellkernen und Chlorophyllkörnern mitführt, daß sich dieses zu einer dicken Schicht staut, deren Mächtigkeit am Scheitel der Keule am größten ist. Die Zufuhr von Plasma und Chlorophyll dauert so lange an, bis die zunächst am Scheitel durch Übereinander-

---

[1]) De Toni, J. B., Sylloge Chlorophycearum. pag. 405.

lagerung der Chlorophyllkörner entstehende, dunkelgrüne Kappe sich rückwärts bis zum unverbreiterten Fadenteile verlängert hat (Fig. 1 u. 2 Taf. 20). Wie an fixierten und gefärbten Sporangienanlagen zu ersehen ist, wird indessen nicht der ganze Raum mit Plasma erfüllt, so daß sich der zentrale Saftraum des Fadens, allerdings stark verengert, bis unter die Spitze der Sporangiumanlage erhält. Auch eine wenigstens stellenweise Durchbrechung des eingeengten Lumens, die bei der Zoosporenbildung häufig zu beobachten ist und die einen oberen sphärischen oder ovalen Saftraum vom untern schmäleren vollständig abtrennt, erfolgt bei *Vaucheria piloboloides* nur ausnahmsweise.

Zur Abtrennung des ausgewachsenen Sporangiums bildet sich (in Übereinstimmung mit den von Thuret, Schmitz, Strasburger und Berthold[1]) für die Zoosporenbildung geschilderten Vorgängen) an der Basis der keulenförmigen Endanschwellung, innerhalb des an dieser Stelle noch verdickten Wandbeleges (Fig. 2 u. 3 Taf. 20) eine ringförmige, lichte Zone aus, dadurch daß sich das Plasma mit den Chlorophyllkörnern und Zellkernen nach beiden Seiten zurückzieht. In dieser hellen Zone erfolgt nun eine Trennung, indem der dünne, protoplasmatische Wandbeleg durchreißt und das Protoplasma der keulenförmigen Anschwellung vom übrigen Protoplasten isoliert wird. Durch Kontraktion der Plasmabelege erweitert sich der feine Riß bis zur Breite der früheren hellen Zone. Nach wenigen Minuten rücken indessen die beiden getrennten Protoplasten, deren Safträume in der freien, safterfüllten Zone ineinander übergehen, gegen einander vor. Unmittelbar vor ihrem Zusammenstoßen beginnen sich ihre freien Ränder von der Membran abzuheben, nach innen umzubiegen und zu einer feinen Plasmahaut zu verschmelzen. Die Verschmelzung wird in dem Augenblicke vollständig, in welchem die beiden Protoplasten zusammenstoßen, so daß der vorher einheitliche Saftraum durch eine aus 2 Lamellen bestehende Plasmaschicht vollständig durchsetzt wird. In derselben entsteht hierauf durch Ausscheidung von Membransubstanz aus den aneinander liegenden Plasmahäuten eine dieselben trennende, aus 2 Schichten bestehende Querwand; die Endanschwellung des Fadens ist damit als besondere Zelle, als Sporangium abgetrennt.

Da an der Aplanospore die Ausbildung des peripherischen, farblosen Plasmasaumes unterbleibt, findet während ihrer Entwickelung die von den genannten Forschern bei der Zoosporenbildung beobachtete inverse Wanderung der Chlorophyllkörner und Zellkerne nicht statt. Der Inhalt der Sporangiums wird durch Vollzellbildung sofort zur Spore, indem er im besonderen in der unteren schmäleren Partie sich von der Sporangiumwand zurückzieht, sich gegen die Querwand hin abrundet (Fig. 5 Taf. 20) und mit einer neuen, feinen Membran umgibt, welche durch Plasmolyse der Untersuchungsobjekte leicht sichtbar gemacht werden kann.

[1]) Berthold, G., Studien über Protoplasmamechanik. 1886. pag. 292.

Die Sporangien werden nach der Abtrennung durch die Querwand während der Sporenbildung durch Volumenzunahme der Spore noch etwas vergrößert; ihre Länge beträgt vor der Entleerung 200—400 μ, im Mittel 280 μ. Ihre größte Breite, am Scheitel oder unmittelbar hinter demselben, fast ausnahmslos 120 μ.

Es ist mir gelungen, die Entleerung des Sporangiums zu wiederholten Malen genau zu verfolgen. Der zwei bis drei Minuten dauernde Vorgang wird eingeleitet durch ein plötzliches Reißen der Membran am Scheitel des Sporangiums. Aus der entstandenen Öffnung tritt die Spore mit ihrem breiteren Vorderende ruckweise hervor (Fig. 6 Taf. 20) und gleitet im Laufe der ein bis zwei folgenden Minuten in gleichmäßiger, langsamer Bewegung vollständig aus ihrem Behälter nach außen (Fig. 7 Taf. 20). Im Gegensatze zu den membranlosen Zoosporen, deren Austritt unter wesentlichen Gestaltveränderungen erfolgt, wird die Grundform der bereits mit einer Membran versehenen Aplanosporen von *Vaucheria piloboloides* durch den Entbindungsakt nicht verändert. Dagegen findet während dieses Vorganges eine nicht unbedeutende Dehnung der Spore statt. Nach genauen Messungen betrug in einem Falle die Länge des Sporangiums 300 μ, seine Breite 120 μ, die austretende Spore dehnte sich, nachdem erst ihr Scheitel aus der Rißstelle herausgetreten war, während der kurzen zur vollständigen Entleerung notwendigen Zeit, auf 375 μ Länge und 140 μ Breite aus: in einem anderen Falle wuchs in derselben Zeit die aus einem 375 μ langen und 125 μ breiten Sporangium austretende Spore zu 435 μ Länge und 145 μ Breite heran. In beiden Fällen vergrößerte sich, wie ebenfalls durch Messungen konstatiert wurde, die Spore nachher nicht weiter und behielt auch nach bereits erfolgter Keimung die gleiche Form und Größe bei.

Die bedeutende Dehnung der austretenden Spore einerseits, eine leichte Kontraktion der Sporangiumwand anderseits zeigen, daß sich wahrscheinlich infolge endosmotischer Vorgänge während der Sporenbildung der Innendruck im Sporangium und damit die Spannung seiner Membran fortwährend steigern, bis sie schließlich das Reißen der Membran und das rasche Vordringen des Sporenscheitels durch die entstandene Öffnung bewirken: durch weitere Kontraktion der Sporangiumwand wird nachher die Spore in langsamer Gleitbewegung vollständig ausgestoßen. In ähnlicher Weise dürfte wohl auch das Ausschlüpfen der Zoosporen[1]) der *Vaucherien* wenigstens zum Teil eine auf den gleichen Ursachen beruhende, passive Bewegung sein, was aber infolge der während des Austrittes erfolgenden Gestaltsänderung und Zilientätigkeit nicht so leicht wie in dem eben behandelten Beispiele festgestellt werden kann. Es dürfte sich also empfehlen,

---

[1]) Braun, A., Betrachtungen über d. Erscheinungen der Verjüngung in der Natur. pag. 199.

Walz, I., Über die Entleerung der Zoosporangien. (Bot. Zeitg. Jahrg. 28. 1870. pag. 689/91 und 703/707.)

mit Braun[1]), statt vom Ausschlüpfen der Sporen von der Ausstoßung derselben zu sprechen.

Die freien Sporen von *Vaucheria piloboloides* unterscheiden sich von den Sporen aller anderen *Vaucherien* durch ihre langgestreckt keulenförmige Gestalt, welche auch der ausgekeimten Spore verbleibt (Fig. 14—16 Taf. 20). Ihre Länge beträgt 200 bis 450 μ, die größte Breite 100—150 μ.

In den Keimungserscheinungen stimmen diese Sporen wiederum teils mit den Zoosporen, teils mit den Aplanosporen der Süßwasserarten überein. Während die zur Ruhe gekommenen Zoosporen zur Zeit der folgenden Membranbildung rasch wachsen und vor der meistens schon nach wenigen Stunden erfolgenden Keimung kugelige Form annehmen, verändern die bereits innerhalb der Sporangien dickwandigen, kugeligen oder eiförmigen Aplanosporen von *V. geminata* (Walz, l. c. pag. 132), *uncinata* und *racemosa* (Götz, l. c. pag. 94) ihre Gestalt nicht mehr. Sie werden erst durch Zersetzung der Mutterzellhaut frei oder fallen, von derselben noch umgeben ab, keimen aber erst nach längerer Zeit, nach Götz häufig erst nach einigen Wochen und auch dann nur in feuchter Luft oder in fließendem Wasser. Die Keimschläuche dieser Aplanosporen zeigen an ihrer Ursprungsstelle eine ringförmige Einschnürung (Walz, l. c. Taf. XII, fig. 9), welche an Zoosporenkeimlingen fehlt. Am meisten Übereinstimmung zeigen die Sporen von *Vaucheria piloboloides* mit den eiförmigen, gleichwertigen Fortpflanzungszellen der *Vaucheria hamata*, welche ebenfalls aus dem Sporangium ausgestoßen werden (Walz, l. c. 132), hierauf zunächst ruhig liegen bleiben, später sich vergrößern, kugelige Form annehmen und in der Nacht, welche dem Tage ihrer Bildung folgt, zu keimen beginnen. Bei *V. piloboloides* verändern wie bereits bemerkt, die Sporen nach der während der Entleerung erfolgten Dehnung ihre Größe und Form nicht mehr. Ihre Keimung kann schon nach einigen Stunden erfolgen, beginnt aber gewöhnlich ebenfalls erst in der folgenden Nacht. Es entsteht bei der Keimung an dem einen Pol (Fig. 16 Taf. 20), meistens bald nachher auch am anderen Pole ein Keimschlauch (Fig. 14, 15 u. 17 Taf 20). Das Wachstum dieser Schläuche erfolgt sehr rasch, so daß sie 12 Stunden nach Beginn der Keimung bereits 1—2 mm Länge erreicht haben. Ihr Durchmesser ist zunächst kleiner als derjenige älterer vegetativer Fäden; er beträgt gewöhnlich 25 bis 40 μ. Eine besondere Einschnürung an der Basis, wie sie für die anderen Aplanosporenkeimlinge angegeben wird, ist nicht zu beobachten.

2. Über die Bedingungen der Sporenbildung bei *Vaucheria piloboloides.*

Im Gegensatze zu den stetig wechselnden Außenbedingungen, unter welchen die Süßwasser-*Vaucherien* vielfach wachsen, voll-

[1]) Braun, A., l. c. pag. 174.

zieht sich der Entwickelungsgang der *Vaucheria piloboloides*, so weit wenigstens aus ihrem Verhalten am Neapeler Standorte geschlossen werden kann, unter mehr oder weniger sich gleich bleibenden Bedingungen. Ihre Vegetationsdauer beträgt hier ungefähr zwei Monate[1]). Ende Februar oder anfangs März erscheinen auf dem sandigen Grunde die ersten kleinen Rasen, welche durch reiche Verzweigung der im Sande kriechenden Rhizoiden, im besondern aber durch die zahlreichen, sofort an Ort und Stelle auskeimenden Aplanosporen rasch an Größe zunehmen und gegen Ende der Wachstumsperiode Geschlechtsorgane erzeugen. Die Oosporen sind im Gegensatze zu den ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen Dauerzellen. Während die vegetativen Schläuche absterben und die Rasen Ende April vollständig verschwinden, überdauern die im Sande liegenden Sporen den Sommer und Winter und keimen erst im nächsten Frühjahr, nach ca. 10 monatlicher Ruhe. Die Konstanz der Lebensbedingungen bedingt also bei dieser Art, viel mehr, als es bei den Süßwasser-*Vaucherien* möglich ist, den im allgemeinen für alle niederen Lebewesen typischen Wechsel der beiden Fortpflanzungsarten. Zu Beginn der Vegetationszeit, unter günstigen Lebensbedingungen bewirkt die ungeschlechtliche Fortpflanzung zunächst eine üppige vegetative Entfaltung, während die geschlechtliche Fortpflanzung unter den ungünstiger werdenden Bedingungen am Ende der Vegetationsperiode durch Bildung von Dauerzellen für die Erhaltung der Art sorgt.

In Hinsicht auf diesen in der Natur fast regelmäßig erfolgenden „Generationswechsel“ der *Vaucheria piloboloides* schien es mir von Interesse, zu untersuchen, ob auch diese Art wie die Süßwasser-*Vaucherien* in der Kultur durch Veränderung einzelner Lebensbedingungen willkürlich zur Bildung der geschlechtlichen oder ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen veranlaßt werden könnte. Naheliegend war natürlich, zunächst festzustellen, ob bei dieser marinen Form die für die Süßwasser-*Vaucherien* gefundenen Bedingungen der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Fortpflanzung oder Variationen derselben ebenfalls gültig seien.

Da die ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen der untersuchten marinen Art, wie aus der gegebenen Beschreibung hervorgehen dürfte, eine Mittelstellung zwischen Zoosporen und eigentlichen Aplanosporen einnehmen, war nicht zum voraus zu entscheiden, ob ihre Bildung wie bei den erstern im allgemeinen durch Wachstumsförderung oder wie bei den letztern durch Wachstumshemmung veranlaßt werden könnte. Nach den bekannten Untersuchungen von Klebs[2]) erfolgt bei einigen Süß-

[1]) Thuret gibt als Standort und Zeit des Vorkommens an: „Sur les rochers vaseux, à basse mer. Août-novembre“. (A. Le Jolis. l. c. pag. 66.)

[2]) Klebs, G., Zur Physiologie der Fortpflanzung von *Vaucheria sessilis*. (Verhandlungen d. naturforsch. Ges. in Basel. 1892. pag. 66.)

— —. Über den Einfluß des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. (Biolog. Zentralblatt. Bd. XIII. 1893. pag. 643.)

— —, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.

wasser-*Vaucherien*, im besondern bei *Vaucheria sessilis* eine lebhafte Zoosporenbildung, wenn an einem stark gewachsenen, kräftig ernährten Rasen eine bedeutende Änderung der äußeren Bedingungen eintritt, ein Übergang aus Luft in Wasser, aus lebhaft bewegtem in stehendes Wasser, ein starker Wechsel der Belichtung, der Temperatur oder der Konzentration des Mediums. Als Mittel zur Zoosporenbildung werden daher angegeben:

1. Während mehrerer Tage feucht und hell kultivierte Rasen werden mit reinem Wasser übergossen.

2. In 0,2—0,5% Nährlösung hell kultivierte Rasen werden in reines Wasser übergeführt.

3. Verdunkelung von Kulturen in gewöhnlichem Wasser oder in Nährlösungen von 0,1—0,2%.

Eine Kombination der Methoden 1 oder 2 mit 3 führt am sichersten zum Ziel.

Die Aplanosporen von *Vaucheria geminata, racemosa* und *uncinata* entstehen nach Klebs und Götz (l. c. pag. 95), wenn die Alge während längerer Zeit unter relativ ungünstigen äußeren Bedingungen lebt. Im besonderen gelang es, dieselben durch Kultur auf feuchter Erde und in trockener Luft, auch in 4—6% Rohrzuckerlösung oder in Maltose hervorzurufen, während Nährlösungen auf ihre Bildung weniger Einfluß zeigten.

Die im folgenden beschriebenen Versuche mit *Vaucheria piloboloides* können, da sie während kaum vier Wochen neben anderen Untersuchungen durchgeführt wurden, keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit machen, immerhin scheinen mir die erhaltenen Ergebnisse eine kurze Besprechung zu rechtfertigen.

1. Wechsel der Lichtintensität. Am 15. 3. 9^h a. m. wurden 3 frische, vollständig sterile Rasen in große Glasdosen mit Meerwasser gesetzt. Eine Kultur wurde am Westfenster (vor direkter Insolation durch einen weißen, transparenten Schirm geschützt), die zweite in 2 m Entfernung vom Fenster aufgestellt und die dritte vollständig verdunkelt. Am 18. 3., und am 20. 3. 10^h a. m. waren die 3 verschieden stark gewachsenen Kulturen noch steril. Die Rasen der ersten und dritten Kultur wurden nun halbiert und die Hälfte des ersten weiter am Fenster bei intensiver Belichtung, die andere Hälfte bei Verdunkelung kultiviert. Von den beiden Hälften der dritten Kultur blieb die eine weiterhin verdunkelt, die andere wurde an das Fenster gestellt. Am 25. 3. waren noch alle Kulturen steril. Aus diesem Versuche, wie aus 2 ähnlichen Kontrollversuchen mit gleichem negativem Ergebnis, scheint hervorzugehen, daß verschiedene Belichtung, Wechsel von intensiver Belichtung und vollständiger Verdunkelung und umgekehrt, wohl die Assimilationsvorgänge und damit auch mehr oder weniger das Wachstum beeinflussen, daß durch dieselben aber, solange Korrelationserscheinungen im Zusammenhang mit der veränderten Assimilationsintensität noch nicht auftreten, keine Bedingung zur Erzeugung der geschlechtlichen oder ungeschlechtlichen Fortpflanzung gegeben ist.

2. Verhalten von Kulturen bei Überführung aus Wasser in feuchte Luft und umgekehrt. Am 18. 3. 5h p. m. wurden 3 frische, sterile Rasen in Glasdosen gebracht, das Wasser mittelst eines Hebers sorgfältig entfernt, so daß die vom Sande aufwärts wachsenden grünen Fäden sich auf die Unterlage niederlegten, und die Dosen hierauf mit Glasplatten zugedeckt. Em 19./3. 4h p. m. waren die Spitzen der dem Sande aufliegenden Fäden 2—3 mm frei in die Luft aufwärts gewachsen; am 21./3. hatten sie eine Länge von 1—1,5 cm erreicht. Ein Teil der Fäden war vollständig frei gewachsen, während andere sich zu dichten Strängen aneinander gelegt hatten. Sporangien oder Geschlechtsorgane waren nicht gebildet worden. Am 22./3. 9h a. m. ebenfalls noch keine Sporangien. Alle 3 Kulturen wurden nun in Meerwasser übergeführt, die eine blieb am früheren Standorte am Fenster, eine zweite kam in 2 m Entfernung vom Fenster und die dritte wurde verdunkelt. Bis zum 25./3. 5h p. m. waren in keiner der 3 Kulturen Sporangienanlagen gebildet worden. Mit dem gleichen negativen Resultat wurde der Versuch noch zweimal wiederholt.

3. Kultur in anorganischer Nährlösung. Zur Verwendung kam die Knopsche Lösung[1]) in Meerwasser, der noch Spuren von Jodkalium[2]) zugesetzt wurden. Eine Vermehrung des Salzgehaltes des Meerwassers durch Zusatz von 0,2—0,5 % Nährsalz wirkt bei gut beleuchteten, assimilierenden Pflanzen, auch bei verdunkelten Rasen nach vorausgegangener starker Assimilationstätigkeit fördernd auf das Wachstum ein. Stärkere Konzentrationen dagegen sind wachstumshemmend, und bei längerer Kultur in Meerwasser mit 1,5—2 % Nährsalzzusatz sterben die Rasen ab. Um den Einfluß der Nährlösung auf die Sporangienbildung festzustellen, wurden besonders 0,2 und 0,5 % Lösungen verwendet. Nach vier- und sechstägiger Kultur in diesen Lösungen wurden die Versuchspflanzen wieder in Meerwasser zurückgebracht und bei unveränderter Belichtung am Fenster, bei verminderter Lichtintensität oder vollständiger Verdunklung weiter kultiviert. Sporenbildung, wie sie bei ähnlichen Versuchen bei Süßwasser-*Vaucherien* bewirkt wird, wurde in den folgenden Tagen nicht wahrgenommen.

4. Einfluß von Zuckerlösungen. Es wurden zu den Versuchen 1—8 %. Lösungen von Rohr-, Milch- und Traubenzucker verwendet. Sporangienbildung wird durch zehntägige Kultur in diesen Lösungen nicht veranlaßt, ebenso wenig wirkt die Überführung solcher Kulturen in reines Meerwasser sporenbildend. In 5 %. Rohrzucker- und Milchzuckerlösungen erfolgt dagegen, wie sich in zahlreichen Versuchen in vollständiger Übereinstimmung ergab, vom fünften bis siebenten Tage an eine reiche Bildung von Sexualorganen. In 2 und 3 %. Lösungen erscheinen dieselben erst vom achten Tage an.

---

[1]) Klebs, G., Über die Bedingungen der Fortpflanzung. pag. 54.
[2]) Noll, F., Über die Kultur von Meeresalgen in Aquarien. (Flora. Jahrg. 75. 1892. pag. 287.)

5. Vermehrung des Salzgehaltes des Meerwassers. Am 22./3. 11.h a. m. wurde je eine Kultur mit Meerwasser plus Zusatz von 1, 2, 3, 4 u. 5% Meersalz angelegt; am 24./3. waren die Kulturen mit 1 und 2% Salzzusatz gleich einer in Meerwasser befindlichen Kontrollkultur gewachsen, 3% Salzzusatz äußerte schon einen hemmenden Einfluß, die Kultur mit 4% Salzzusatz war teilweise in Degeneration begriffen, und die um 5% vermehrte Konzentration hatte die 5. Kultur vollständig zum Absterben gebracht. Bis zum 26./3. 8h a. m. erfolgte in den drei ersten Kulturen keine Sporangienbildung, sie wurden nun in reines Meerwasser versetzt und erzeugten bis zum 30./3. einige Sporangien. Ein zweiter ähnlicher Versuch mit 1½, 2 u. 2½% Salzzusatz ergab ebenfalls nach dem Zurückbringen in Meerwasser an allen drei Rasen spärliche Sporangien- und Sporenentwicklung.

6. Herabsetzung des Salzgehaltes des Meerwassers durch Mischung mit Leitungswasser oder destilliertem Wasser.

Von frisch aus dem Meere kommenden Rasen wurden Stücke am 28./3. 10h a. m. in Glasdosen mit verschiedenen Mischungen von Meerwasser und destilliertem Wasser gebracht; am 31./3. 12h ergab die Untersuchung folgendes Resultat:

a. Kontrollkultur in Meerwasser gut gediehen, aber steril geblieben.

b. Die Kultur in 3 Teilen Meerwasser + 1 Teil destilliertem Wasser normal gewachsen und zahlreiche Sporangien bildend.

c. Kultur in 2 Teilen Meerwasser + 2 Teilen dest. Wasser. Geringes Längenwachstum der Fäden; Sporangienbildung an den Hauptfäden und zahlreichen neugebildeten Seitenästen.

d. Kultur in 1 Teil Meerwasser + 3 Teilen dest. Wasser. Fäden teilweise in Degeneration. Wenige Sporangien.

e. Kultur in Leitungswasser abgestorben.

Die Kultur a wurde am 1./4. 9h a. m. ebenfalls in eine Mischung von gleichen Teilen Meerwasser und destilliertem Wasser verbracht und bildete vom 3.—4./4. zahlreiche Sporangien. Die in den Kulturen b und c entstandenen und während der Nacht vom 31./3. auf den 1./4. ausgekeimten Aplanosporen wurden am 1./4. 8h a. m. in zwei Schalen gesammelt und in der einen in Meerwasser, in der andern in ½ Meerwasser + ½ Leitungswasser kultiviert. Die ersteren wuchsen zu wenig verzweigten vegetativen Fäden aus, während in der zweiten Kultur schon am 3. und 4. Tage an den kurzen, zum Teil reichlich verzweigten Keimschläuchen neue Sporangien gebildet wurden. Die Kulturen b und c wurden am 1./4. wieder in Meerwasser zurück verbracht, wuchsen in demselben ohne weitere Sporangienbildung kräftig weiter, erzeugten aber, nachdem sie am 5./4. wieder in die frühere verdünnte Lösung zurückversetzt worden waren, am 9./4. wiederum Sporangien. Eine zweite, ähnliche Versuchsreihe ergab ungefähr das gleiche Resultat.

7. Sporangiumbildung nach Herabsetzung des Salzgehaltes trat nicht nur an frischem Material auf, sondern in

ähnlicher Weise an Rasen, die vorher schon während einiger Tage unter den in 1—4 besprochenen Bedingungen — im Dunkeln, in feuchter Luft, anorgan. Nährlösungen und Zuckerlösungen — kultiviert worden waren.

Eine vom 27./3. 10^h a. m. bis 31./3. 9^h a. m. in 3% Rohrzuckerlösung und eine zweite in 3% Milchzuckerlösung steril gewachsene Kultur wurden in mit dem gleichen Volumen Leitungswasser vermischtes Meerwasser gebracht; sie bildeten am 3. und 4./4. einige Sporangien. Ein vom 2.—6./4. in feuchter Luft gewachsener Rasen bildete, nachdem er mit dem auf den halben Salzgehalt verdünnten Wasser übergossen worden war, ebenfalls schon nach 3 Tagen einige, am 4. Tage zahlreiche Sporangien.

Daß die Herabsetzung des Salzgehaltes auch bei schwacher Belichtung und vollständiger Verdunkelung Sporangiumbildung bedingt, geht aus dem Verhalten von 3 Parallelkulturen hervor, von denen am 5./4. die eine am Fenster, die zweite in 2 m Entfernung vom Fenster aufgestellt, die dritte verdunkelt wurde. Am 8./4. zeigten sich an der Lichtkultur einzelne Sporangien, am 9./4. traten sie in größerer Zahl, etwas weniger zahlreich auch an der schwächer belichteten und an der Dunkelkultur auf.

Die unter 5—7 beschriebenen Versuche sind, abgesehen von der durch die Konzentrationsänderung bedingten Sporangienbildung auch deswegen von einigem Interesse, weil aus denselben hervorgeht, daß der *Vaucheria piloboloides* in viel höherem Grade als typischen Meeresalgen wie *Fucus*, *Polysiphonia*[1]) die Fähigkeit zukommt, rasche Konzentrationsänderungen zu ertragen, d. h. den Turgor ihrer Schläuche dem umgebenden Medium durch Steigerung oder Verminderung innerhalb verhältnismäßig weiten Grenzen rasch anzupassen. Diese Anpassungsfähigkeit scheint nach Richter[2]) den Süßwasser-*Vaucherien* nicht zuzukommen; er schreibt: „Die *Siphonaceae* und *Oedogoniaceae* erwiesen sich als gänzlich ungeeignet für Salzkulturen. *Vaucheria* starb nach wenigen Tagen in 0,5% Lösung und hielt es auch in 0,25% nicht länger aus.“ Daß diese Bemerkung nicht allgemein gültig ist, sondern außer *Vaucheria piloboloides* auch andere *Vaucherien* eine große Anpassungsfähigkeit an wechselnden Salzgehalt zeigen, bewiesen mir einige Versuche mit *Vaucheria synandra* Wor. Ich fand diese von Woronin[3]) im Brackwasser, von Nordstedt[4]) in der Ostsee gefundene *Vaucheria*-Art auf Capri an schattigen Weinbergmauern, mehrere Dezimeter bis ein Meter

[1]) Oltmanns, F., Über die Bedeutung der Konzentrationsänderungen des Meerwassers für das Leben der Algen. (Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. z. Berlin. Jahrg. 1891. Halbband. I. pag. 195.)

Oltmanns, F., Über die Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen. (Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. XXIII. 1892. pag. 369.)

[2]) Richter, A., Über die Anpassung der Süßwasseralgen an Kochsalzlösungen. (Flora. Bd. 75. 1892. pag. 53.)

[3]) Woronin, M., l. c. pag. 121.

[4]) Nordstedt, O., Algologiska smasaker. 2. *Vaucheria*-studier. 1879. (Botaniska Notiser. 1879. pag. 177.)

über dem Boden größere Rasen bildend. Sie läßt sich, wie mir Versuche im Frühjahr 1902 und 1903 zeigten, ebenso gut wie in der Luft auch in Leitungwasser und in 2% Kochsalzlösung kultivieren. Direkte Übertragung aus der Luft oder aus Leitungswasser in Meerwasser hatte das Absterben fast aller Schläuche eines Rasens zur Folge; wurde derselbe dagegen zuerst während einiger Tage in einem Gemisch von gleichen Teilen Meerwasser und Leitungswasser gehalten, so konnte er nachher ohne Nachteil in dem konzentrierteren Gemisch von 3 Teilen Meerwasser mit 1 Teil Leitungswasser kultiviert werden. In einer solchen, ungefähr 3% Salzlösung hielt ich einen Rasen während mehr als 4 Wochen, während welcher Zeit an demselben zahlreiche Oosporen gebildet wurden. In reinem Meerwasser dagegen vermochte sich *Vaucheria synandra*, auch wenn den Rasen durch allmähliche Konzentrationssteigerung die Anpassung an den höhern Salzgehalt erleichtert wurde, wohl einige Zeit am Leben zu erhalten aber nicht normal weiter zu entwickeln.

8. Konzentrationswechsel der Kulturlösung während der Sporangienbildung.

Während kleinere und größere Konzentrationsänderungen an den vegetativen Fäden keine sichtbaren Störungen zur Folge haben, dieselben unter den in 5 und 6 genannten Bedingungen sogar zur Sporangiumbildung veranlassen, wird die eingeleitete Sporangium- und Sporenentwicklung durch Änderungen der Umgebung, unsanfte Berührung, heftige Wasserbewegung, namentlich aber durch Wechsel des Salzgehaltes des Wassers unterbrochen. Nach Wiederherstellung der früheren Kulturbedingungen oder nach Anpassung an die andauernden neuen, erfolgt nicht eine Weiterentwickelung, sondern das vegetative Auswachsen der in den verschiedenen Stadien der Sporangien- und Sporenentwickelung abgestandenen Anlagen. Diese Vorgänge sind an den während der Sporangienbildung vom Meeresgrunde heraufgeholten und in Glasgefäßen weiter kultivierten Rasen immer an einer größeren Anzahl der sporangienbildenden Fäden zu beobachten. Es kann diese Störung und das nachfolgende vegetative Auswachsen auch im Laboratorium an Rasen, die zur Sporangiumbildung veranlaßt worden waren durch mehrmaligen Wasserwechsel, besonders aber durch einmalige, stärkere Konzentrationsänderung der Kulturlösung an allen Anlagen einer Kultur bewirkt werden. Es wurden z. B. von 4 Parallelkulturen, welche im Gemisch gleicher Teile Meer- und Leitungswasser zahlreiche Sporangien bildeten, am 2. 4. 9^h a. m. zwei in Meerwasser übertragen, die beiden anderen unverändert gelassen. Schon am Abend des gleichen Tages, besonders aber am folgenden Tage war zu ersehen, daß in den beiden letzteren Kulturen die Sporen in normaler Weise aus dem Sporangium ausgestoßen worden waren, frei gekeimt hatten und zahlreiche Fäden wiederum in Sporangiumbildung begriffen waren (Fig. 8 u. 9 Taf. 20). An den in Meerwasser verbrachten beiden andern Kulturen dagegen war die Sporangien- und Sporenentwicklung durch den Konzen-

trationswechsel unterbrochen worden und die Anlagen nachher je nach dem Entwickelungsstadium in verschiedener Weise vegetativ ausgewachsen.

a. Die keulenförmigen, schon mehr oder weniger inhaltsreichen Endanschwellungen der Schläuche wachsen am Scheitel mit dem früheren Durchmesser des Fadens oder dem kleineren eines Keimschlauches weiter. In gleicher Weise erfolgt das Auswachsen eines scheitelständigen Schlauches auch an jungen, durch eine Querwand bereits abgetrennten Sporangien (Fig. 12 u. 13 Taf. 20). Der Tragfaden setzt sich unterhalb der Querwand zu einem seitlichen Aste fort.

b. Die noch im Sporangium eingeschlossenen, bereits mit eigener Membran umgebenen Sporen werden infolge der durch den Konzentrationswechsel bedingten Turgoränderungen nicht ausgestoßen. In dem in Fig. 14 dargestellten Beispiele scheint sogar der Ausstoßungsprozeß selbst unterbrochen worden zu sein, so daß die Spore in der Sporangiumöffnung eingeklemmt erscheint und bei der Keimung den einen Keimschlauch im Sporangiumraume bildet. Das spätere Schicksal der nicht entleerten Sporen ist verschieden. Sie werden entweder nachträglich durch den Druck des weiter wachsenden Tragfadens aus ihrer Hülle herausgedrängt (Fig. 11 Taf. 20) oder beginnen schon innerhalb des Sporangiums zu keimen. Gewöhnlich bilden sie zunächst einen die Sporangiumhaut sprengenden Keimschlauch am breiten Vorderende und später einen zweiten am hintern Pole. Durch das Wachstum des letztern und des das Sporangium durchwachsenden Tragfadens (Fig. 15 Taf. 20) wird die Spore ebenfalls aus dem Sporangium hinausgeschoben. —

Die beschriebenen, zur Ermittelung der Fortpflanzungsbedingungen angestellten Versuche ergeben, daß die für die Süßwasser-*Vaucherien* gefundenen Methoden zur willkürlichen Erzeugung der ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen bei der marinen *Vaucheria piloboloides* keine Sporenbildung veranlassen, dieser Vorgang aber durch V e r m i n d e r u n g d e s S a l z g e h a l t e s der Kulturlösung ausgelöst wird. In Verbindung mit der Tatsache, daß Salzlösungen in stärkeren Konzentrationen hemmend auf die Entwickelung von Süßwasser-*Vaucherien* einwirken, geht aus diesem Ergebnis hervor, daß die Reduktion des Salzgehaltes innerhalb gewisser Grenzen für *Vaucheria piloboloides* nicht eine Entwickelungshemmung, sondern eine, auch die Sporangienbildung beeinflussende Entwickelungsförderung bedeutet[1]).

[1]) Eine ähnliche Beeinflussung des Wachstums infolge Erhöhung oder Verminderung der Konzentration des Seewassers fand J. Loeb (Untersuchungen zur physiolog. Morphologie der Tiere. II. Organbildung und Wachstum. 1892. pag. 42—58) bei Versuchen mit *Tubularien*. Er brachte *Tubularia*-Stämme, an welchen die Polypen abgeschnitten worden waren, in Meerwasser, dessen Konzentration durch Zusatz von Chlornatrium oder von Süßwasser in mannigfaltiger Weise variert war. Regeneration der Polypen und Wachstum des Stammes erfolgten rascher in verdünnten Lösungen und die Wachstumsbeschleunigung erreichte ihr Maximum bei Übertragung aus Meerwasser in eine verdünnte Lösung von 2.2—2.5 $^0/_0$ Salzgehalt.

Die endosmotischen Vorgänge, die das Wachstum in hervorragendem Maße beeinflussen, werden in einer konzentrierten Salzlösung gehemmt, beim Übergange in eine schwächere Lösung aber erleichtert. Im letzteren Falle erzeugen sie durch Erhöhung des Turgors der reaktionsfähigen, jüngsten Fadenstücke auch den formativen Reiz für die am Scheitel derselben durch eine besondere Wachstumsform erfolgende Sporangienbildung.

Erst nach der Korrektur des Druckbogens wurde mir die neueste Arbeit von Klebs, „Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen" (Jena 1903) zugänglich. Klebs kommt in derselben pag. 42—43 und 56—57 auch auf die Ergebnisse seiner früheren Untersuchungen an *Vaucheria* zurück und schreibt u. a.: „Man wird jedenfalls zunächst von der Voraussetzung ausgehen, daß die inneren Veränderungen oder die inneren formativen Reize für einen bestimmten Bildungsprozeß stets die gleichen sind, aber von verschiedenen äußeren Reizen hervorgerufen werden können. Für solche Fälle wie *Vaucheria* habe ich mir die Vorstellung gemacht (in dem bisher nicht veröffentlichten allgemeinen Teil meiner Thallophytenuntersuchungen), daß als innerer Reiz der Zoosporenbildung stets der gleiche Faktor, nämlich eine Verringerung des osmotischen Druckes, wirksam ist. Die verschiedenen äußeren Reize veranlassen eben alle die Entstehung dieser inneren entscheidenden Veränderung. Aber ich muß zugeben, daß diese Annahme für *Vaucheria* noch hypothetisch ist: es könnte auch sein, daß die Verminderung des osmotischen Druckes nur eine Begleiterscheinung einer anderen Veränderung ist."

Die Herabsetzung des Salzgehaltes im umgebenden Medium als äußerer Reiz für die Sporenbildung bei *Vaucheria piloboloides* hat ebenfalls die, von Klebs als formativen Reiz aufgefaßte, starke Verminderung des osmotischen Druckes zur Folge. Es läßt sich aber wohl die Annahme rechtfertigen, daß die Wiederherstellung des osmotischen Gleichgewichtes zwischen *Vaucheria*-zelle und Außenflüssigkeit vorwiegend durch Wasseraufnahme der Zelle erfolgt und die dadurch bedingte Turgorerhöhung an den reaktionsfähigsten jungen Teilen, an den Schlauchspitzen, als formativer Reiz die Sporangiumbildung auslöst.

Zürich, den 12. September 1903.

Figuren - Erklärung.

(Alle Figuren sind mit Leitz Obj. 3 Tub. 17. Zeichnungsokular Leitz bei 90facher Vergrößerung gezeichnet.)

Fig. 1 und 2. Erste Stadien der Sporangienentwicklung: in den schwach keulenförmig anschwellenden Schlauchenden entsteht, vom Scheitel aus abwärts sich ausdehnend, durch Übereinanderlagerung der Chlorophyllkörner in mehreren Schichten die dunkelgrün gefärbte Plasmakappe.

Fig. 3. Bildung der farblosen Zone an der Basis des verbreiterten Fadenscheitels durch Zurückweichen des chlorophyllführenden Plasmas in den unverbreiterten Faden; in dem verbleibenden farblosen, dünnen Plasmabeleg der hellen Zone erfolgt nachher durch einen kreisförmigen Riß die Abtrennung des Sporangiums.

Fig. 4. Junges Sporangium kurz nach der Ausbildung der Querwand. Im Tragfaden hat durch Rückwanderung ein Ausgleich im Plasma- und Chlorophyllgehalt stattgefunden.

Fig. 5. Der Sporangiuminhalt zieht sich im unteren schmäleren Teile der Zelle etwas von der Seitenwand und der Querwand zurück und umgibt sich, zur Spore werdend, mit einer eigenen, dünnen Zellulosemembran.

Fig. 6 und 7. Ausstoßung der langgestreckt keulenförmigen Aplanospore aus dem aufgerissenen Scheitel des Sporangiums.

Fig. 8. Durchwachsung eines entleerten Sporangiums und Bildung eines zweiten Sporangiums. Die Entleerung des unteren Sp. erfolgte am 24./3. 4h p. m.; während die neben dem Sporangium liegende Spore keimte, durchwuchs der Tragschlauch das entleerte Sporangium und am 25./3. 8h a. m. war das zweite Sporangium schon durch eine Querwand von dem kurzen neuentstandenen Schlauchsegmente abgegliedert.

Fig. 9. Entleerung des zweiten Sporangiums schon erfolgt und Durchwachsung desselben durch den Tragschlauch beginnend.

Fig. 10. Ungleichmäßig wachsender Schlauch aus einem entleerten Sporangium herauswachsend.

Fig. 11. Die im Sporangium verbliebene Spore wird durch das Auswachsen des Fadens aus dem Sporangium ausgestoßen.

Fig. 12. Vegetatives Auswachsen eines bereits durch eine Querwand abgetrennten Sporangiums infolge Entwickelungsstörung durch Konzentrationswechsel des Mediums. Der Tragfaden wächst unter der Querwand zu einem seitlichen Aste aus; die Sporangiumanlage bildet am Scheitel einen Keimschlauch, welcher vom 24./3. 5h p. m. bis 25./3. 10h a. m. eine Länge von 1,5 mm erreichte.

Fig. 13. Scheitel des Sporangiums (wie in der vorigen Figur) vor Beginn der Sporenbildung, in einen Keimschlauch ausgewachsen. Beginn des Auswachsens 24./3. 4h p. m. Länge desselben bis 25./3. 9h a. m. 1,65 mm.

Fig. 14. Keimungsstadium einer nicht vollständig aus dem Sporangium ausgestoßenen Spore. Der Keimschlauch am schmäleren Pole entwickelt sich im Sporangium.

Fig. 15. Ausstoßung der ausgebildeten Spore aus dem Sporangium infolge Konzentrationswechsel der Kulturlösung unterblieben. Die Keimung erfolgt nachher auch an der eingeschlossenen Spore an beiden Polen. Der vordere Keimschlauch durchbricht die Sporangiumwand, und durch das Wachstum des hinteren Keimschlauches und des Tragfadens wird der Sporenkörper nachträglich aus der Sporangienhülle herausgeschoben.

Fig. 16 und 17. Frei keimende Aplanosporen mit einem oder zwei Keimschläuchen (ohne Einschnürungsstelle an der Basis). Dimensionen des Sporenkörpers:

Aplanospore in Fig. 16. Länge 300 μ, größte Breite 135 μ, Breite des Keimschlauches 45 μ.

Aplanospore in Fig. 17. Länge 300 μ, größte Breite 150 μ, Breite des Keimschlauches 45 μ.


1
2
3
4
5
6
7
8
13
15
17
12
11
14
9
10
16



Über die Bedeutung der Stickstoffverbindungen für die Produktion im Meere.

Von

K. Brandt.

Den äußeren Anlaß zu neuen Mitteilungen über die nur in Spuren im Meere vorhandenen Pflanzennährstoffe und ihre Inanspruchnahme durch Meeresalgen bildet ein im Oktober 1903 erschienener Aufsatz von J. Reinke über „die zur Ernährung der Meeres-Organismen disponiblen Quellen an Stickstoff" (Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. Band XXI. 1903. Heft 7). In diesem Aufsatze hat J. Reinke auch meine früheren Angaben über die Produktionsbedingungen im Meere[1]), sowie eine Arbeit von Erwin Baur, über zwei denitrifizierende Bakterien aus der Ostsee[2]), kritisiert. Zur Widerlegung der Angriffe sehe ich mich gezwungen, auf diesen neuen Aufsatz näher einzugehen.

Der Arbeit Reinkes liegt folgender Gedankengang zugrunde:

Die Stickstoffquellen sind teils organischer, teils anorganischer Herkunft. Die organischen Stickstoffquellen bestehen in den Verwesungsprodukten der Meeresorganismen und den durch Flüsse ins Meer geführten Abfallstoffen menschlicher Wohnstätten. Eine rein anorganische N-Quelle dagegen ist der Luftstickstoff, aus dem die Salpetersäure durch elektrische Entladungen in der Atmosphäre entsteht. Der auf den Ozean niederfallende Regen führt diesen gebundenen Stickstoff dem Meere zu, wo er in erster Linie durch Planktonalgen der Meeresoberfläche zur Erzeugung von Eiweiß verwendet wird. Alle diese Stickstoffquellen sind gegenüber der ungeheuren Wassermasse des Ozeans so geringfügig, daß nach Meinung Reinkes die aus dem Regen dem Meere zugeführten, zusammen mit den am Meeresgrunde bei Fäulnisprozessen enstandenen Stickstoff-

---

[1]) Brandt, K., Über den Stoffwechsel im Meere. Rektoratsrede. Kiel 1899, abgedruckt in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Bd. 4. Abteilung Kiel. — Über den Stoffwechsel im Meere. 2. Abhandl. Ebenda. Bd. 6. 1902.

[2]) Wissenschaftl. Meeresunters. Bd. 6. Abteilung Kiel. 1902. (Separata im August 1901 ausgegeben.)

verbindungen wohl nur zum geringern Teil für die Bildung des in den Organismen des Meeres vorhandenen Eiweißes ausreichen dürften; er meint daher, daß durch die Entdeckung von Benecke und Keutner, daß auch im Meere die aus dem Erdboden bekannten Arten *Clostridium Pasteurianum* und *Azotobakter chroococcum* vorkommen, Arten, die imstande sind, den freien Stickstoff zu binden und zum Aufbau von Eiweiß zu verwenden, „das Problem der Stickstoffassimilation durch Meeresorganismen in eine ganz neue Phase getreten“ ist. Reinke glaubt, daß eine Art von Symbiose zwischen den Algen der Küste und des freien Wassers einerseits und den genannten stickstoffbindenden Bakterien anderseits vorliegen könnte, ähnlich der Symbiose zwischen Leguminosen und Bakterien. Er stellt sich also vor, daß *Clostridium* und *Azotobakter* im Überschuß Stickstoff binden und einen Teil davon, vielleicht in Gestalt von Ammoniak, an die Pflanzen, auf denen sie vorkommen, abgeben könnten.

Der Grundirrtum von Reinke besteht darin, daß er, an der früher herrschenden Ansicht festhaltend, glaubt, das Meer sei arm an Stickstoffverbindungen, weil ihm nur wenig davon zugeführt wird. Wie ich schon im März 1899 auf Grund von Berechnungen näher ausgeführt habe, ist eine solche Vorstellung falsch.

Dadurch, daß dem Festlande immer von neuem durch atmosphärische Niederschläge Salpetersäure und Ammoniak zugeführt werden, daß ferner die Leguminosen imstande sind, im Bunde mit den Knöllchenbakterien ihrer Wurzeln den elementaren Stickstoff bei der Bildung von Eiweiß zu verwenden, und daß endlich die verwesenden Organismen des festen Landes, Pflanzen wie Tiere, ebenso wie die Auswurfsstoffe der Tiere unter dem Einflusse von Bakterien in anorganische Stickstoffverbindungen (und andere anorganische Sustanzen) zerfallen, müßte das Festland — trotz eines gewissen Verlustes durch Denitrifikation — eine starke Bereicherung an Stickstoffverbindungen erfahren. Weil aber die anorganischen Stickstoffverbindungen (die Ammoniaksalze ebenso wie die Nitrate und Nitrite) sämtlich leicht löslich in Wasser sind, so wird durch die atmosphärischen Niederschläge stets ein Teil der im festen Lande befindlichen Stickstoffverbindungen ausgewaschen.

Das ammoniak- und nitrathaltige Wasser fließt durch Gräben und Bäche den Teichen, Seen und Flüssen zu und wird von den letzteren schließlich ins Meer geführt. Das Festland büßt mithin an Stickstoffverbindungen ein, im Meere dagegen müßte der Gehalt an gebundenem Stickstoff in ähnlichem Maße zunehmen. Der Verlust des Festlandes wird dadurch immer wieder gedeckt, daß durch elektrische Entladungen und durch die Symbiose von Leguminosen mit *Bacillus radicicola* elementarer Stickstoff gebunden wird. An manchen Stellen, wo Niederschläge fehlen,

---

[1] Über stickstoffbindende Bakterien aus der Ostsee. (Berichte der Deutsch. Bot. Ges. Bd. 21. 1903. Heft 6.)

das Süßwasser also nicht den Boden auslaugt, können sich in der Tat Salpeterlager anhäufen.

Durch die beständige Zufuhr an Stickstoffverbindungen, die das Meer sowohl durch die Flüsse beständig, wie auch periodisch durch die atmosphärischen Niederschläge zugeführt erhält, müßte schon nach einigen Hunderttausenden oder Millionen von Jahren das Meer vergiftet und das Leben im Meere vernichtet worden sein.

Um dies näher zu zeigen, habe ich 1899, unter ausdrücklicher Fortlassung der atmosphärischen Niederschläge, die dem Ozean auch gebundenen Stickstoff direkt zuführen, nur die Zufuhr durch die Flüsse annähernd berechnet.

Für den Rhein sind die drei in Betracht kommenden Werte bekannt: Ausflußmenge pro Jahr 65 336 Millionen cbm Wasser, Gehalt an Stickstoff (in Form von anorganischen Stickstoffverbindungen und von Organismen, die, ins Meer geschwemmt, dem Tode verfallen und den Fäulnisprozessen unterliegen) etwa 2—3 g pro cbm und Größe des Stromgebietes 224 000 qkm.

Der Umfang der Stromgebiete der übrigen großen Ströme unserer Erde ist 244 mal so groß, als der des Rheins. Da für die Weltteile außer Europa nur die allergrößten Ströme berücksichtigt sind, so wird man den Wert auf 300 abrunden dürfen.

Nimmt man demgemäß die Ausflußmenge aller Flüsse der Erde 300 mal so groß an, als die des Rheins allein, und rechnet man pro cbm nur 2 g N. (in gebundener Form), so beträgt die gesamte Zufuhr an gebundenem Stickstoff, die der Ozean durch Flüsse erfährt, jährlich rund 39 Billionen g N.

Dieser Stickstoffmenge steht die gesamte Wassermasse des Ozeans gegenüber: 1 286 Millionen cbkm.

Es kommt alsdann 1 g N. auf 32 789 cbm in 1 Jahre, in 100 000 Jahren 3 g auf einen cbm, in 10 Millionen Jahren 300 g N. (in gebundener Form) auf 1 cbm Meerwasser.

Zieht man auch die dem Ozean aus der Atmosphäre direkt zugeführten Mengen von Ammoniak und Salpetersäure, die ich in meiner Berechnung ausdrücklich fortgelassen habe, mit in Betracht, so würden vielleicht schon in zehn- bis zwanzigtausend, spätestens aber in hunderttausend Jahren die anorganischen Stickstoffverbindungen sicher nicht mehr im Minimum im Meerwasser vorhanden sein.

Weil die Stickstoffverbindungen so leicht löslich sind, so können sie nicht aus dem Wasser niedergeschlagen werden. Anders ist es mit den schwerlöslichen unentbehrlichen Pflanzennährstoffen, wie dem phosphorsauren Kalk und der Kieselsäure. Da sie nur in Spuren löslich sind, so kann auch — trotz unaufhörlicher Zufuhr aus den Flüssen — keine erhebliche Bereicherung des Meeres an diesen Substanzen eintreten. Sie können also auch nur in sehr geringer Menge gelöst im Meerwasser angetroffen werden. Sie sind dann bald im Minimum vorhanden, so daß die Meeresorganismen den Überfluß an Stickstoffverbindungen nicht zu brauchen imstande sind, denn die

Stärke der Produktion richtet sich ja nach Maßgabe des im Minimum vorhandenen unentbehrlichen Nährstoffes.

Reinke hält (S. 380) den Zuschuß, den die in den Ozean mündenden Ströme liefern, für geringfügig und meint, „von K. Brandt wird dieser Zuschuß weit höher bewertet, als hier geschehen konnte“. Leider gibt Reinke keine Zahl an: die Begründung seiner Behauptung ist wohl einige Seiten vorher (S. 374) zu suchen. Dort gelangt er — nach Ausführungen über die Abfallstoffe menschlicher Wohnstätten, die in die Flüsse gelangen, und über die bekannte Selbstreinigung der Flüsse — zu dem „Ergebnis, daß die von großen Städten herkommenden Küstenströme für die Bereicherung des Ozeans mit Stickstoffverbindungen so unwirksam sein dürften, wie zu seiner Aussüßung“.

Von einer „Aussüßung“ des Meeres kann doch überhaupt nicht gesprochen werden, sondern nur von lokalen Herabsetzungen des Salzgehaltes. Außer durch die Flüsse wird ja auch durch die atmosphärischen Niederschläge, die der Ozean direkt erhält, Süßwasser mit gebundenem Stickstoff dem Meere zugeführt. Wenn Reinke mit seinen mir nicht recht klaren Ausführungen etwa sagen will, daß, ebenso wenig wie das Wasser der Flüsse (und der atmosphärischen Niederschläge) den Salzgehalt des Ozeans im ganzen ändert, ebenso wenig auch der mit dem Fluß- (und Regen-) Wasser in den Ozean beförderte gebundene Stickstoff eine erhebliche Bereicherung der Stickstoffbedingungen des Meeres wird herbeiführen können, so muß ich dem auf das entschiedenste widersprechen. Wie sehr sich Reinke in Widerspruch mit seinen eigenen Annahmen setzt, habe ich durch das Hinzufügen der atmosphärischen Niederschläge (in Klammer) angedeutet. Es ist mir aber ganz unverständlich, daß er den Kreislauf des Stickstoffs in Übereinstimmung bringen will mit dem doch zur Genüge bekannten Kreislauf des Wassers.

Vom Himmel kommt es,
Zum Himmel steigt es,
Und wieder nieder
Zur Erde muß es,
Ewig wechselnd.

Mit andern Worten, man weiß, daß annähernd so viel Wasser, wie durch die Flüsse dem Meere zugeführt wird, im Laufe eines Jahres auch wieder verdunstet, und daß deshalb der Salzgehalt des offenen Ozeans im wesentlichen der gleiche bleibt. Was aber an Nitraten dem Meere zugeführt wird im Laufe der Jahrtausende, kann nicht verdunsten.

Wie ich in meiner 2. Abhandlung über den Stoffwechsel im Meer ausgeführt habe, ist auch die frühere Vorstellung, daß Ammoniak in nennenswerten Mengen als Gas vom Meerwasser an die Atmosphäre abgegeben wird, nicht zutreffend. Das Ammoniak des Meeres ist gebunden; es ist zuerst als Ammoniumkarbonat, dann aber wohl als Ammoniumsulfat vertreten.

Augenscheinlich läßt Reinke den natürlichen Gehalt des Flußwassers an Stickstoffverbindungen außer acht. Er scheint der irrigen Ansicht zu sein, daß die „Küstenströme" nur aus Städten, die an ihnen liegen, Stickstoffverbindungen zugeführt erhalten. Nach verschiedenen Sätzen seiner Schrift und der ganzen Disposition seines Aufsatzes muß ich diesen Schluß ziehen [1]).

Im Laufe der Zeit müßten so bedeutende Mengen von anorganischen Stickstoffverbindungen im Meere sich ansammeln und im Meerwasser gelöst bleiben, daß nicht allein der Ozean vergiftet wäre, sondern auch in der atmosphärischen Luft nach und nach der Gehalt an freiem Stickstoff sich verringert haben müßte. In letzter Instanz enstammt ja aller gebundene Stickstoff dem elementaren Stickstoff der Atmosphäre, sowohl die anorganischen wie die organischen Stickstoffverbindungen.

Damit der Kreislauf des Stickstoffs geschlossen und das Gleichgewicht in der Natur wieder hergestellt wird, muß also eine Einrichtung vorhanden sein, welche es bewirkt, daß aus Stickstoffverbindungen wieder elementarer Stickstoff abgespalten und an die atmosphärische Luft zurückgegeben wird. Eine solche Einrichtung liegt in der Tat vor. Der Kreislauf des Stickstoffs wird geschlossen durch die Lebenstätigkeit der denitrifizierenden Bakterien. Dabei erfolgt zugleich die Regulierung des Gehaltes an Stickstoffverbindungen im Meere. Nimmt die Menge der im Meerwasser gelösten Nitrate und Nitrite zu, so erfolgt eine Zerstörung derselben, elementarer Stickstoff wird abgespalten.

So allein ist es verständlich, daß statt des zu erwartenden Überflusses an Stickstoffverbindungen sich nur geringe Spuren davon im Meerwasser finden [2]).

---

[1]) In einer Berechnung, die ich in einer Bemerkung am Schlusse meiner ersten Abhandlung über den Stoffwechsel im Meere (1899) gegeben habe, habe ich gezeigt, daß die Nordsee jährlich zugeführt erhält: 1. durch die Flüsse mindestens 7,8 mg, 2. durch die Abwässer der britischen Städte unter Zugrundelegung einer von Crookes gegebenen Zahl 0,75 mgr, 3. durch die atmosphärischen Niederschläge etwa 6,3 mg gebundenen Stickstoff pro 1 cbm. Die jährliche Gesamtzufuhr pro Kubikmeter Nordseewasser wird auf rund 10 mg zu schätzen sein; sie ist ungefähr 30 mal so groß als die Entnahme (in Gestalt von nutzbarem Fleisch). Wegen der offenen Verbindung mit dem nordatlantischen Ozean muß ein nicht unbeträchtlicher Wasseraustausch und dementsprechend ein Verlust des Nordseegebietes an der wertvollsten Nährsubstanz stattfinden. „Endlich ist zur Zeit nicht zu übersehen, wie groß der Verlust an gebundenem Stickstoff infolge extremer Denitrifikation sein kann." Aus der Berechnung geht unter anderem hervor, wie gering die Bedeutung der Abfallstoffe und Abwässer der Städte ist gegenüber dem natürlichen Gehalt der Flüsse an Stickstoffverbindungen.

[2]) Wenn man sich aber vergegenwärtigt, daß sicher eine sehr beträchtliche Abspaltung elementaren Stickstoffs durch denitrifizierende Bakterien stattfinden muß, daß also ein großer Teil des elementaren Stickstoffs der atmosphärischen Luft einst als Eiweißstickstoff in Organismen vertreten war, dann wird man auch die von Reinke gewählte Einteilung der Stickstoffquellen in solche anorganischer und organischer Herkunft lieber fallen lassen.

Da im allgemeinen die Spaltpilze bei höherer Temperatur eine stärkere Wirksamkeit entfalten als bei niedriger, so ist weiterhin wahrscheinlich, daß in den tropischen Meeren Nitrate und Nitrite durch die denitrifizierenden Bakterien in stärkerm Grade zerstört werden als z. B. in unsern heimischen Meeren. Auf Grund dieser Überlegungen gelangte ich 1899 zu einer Erklärung der sehr auffallenden Erscheinung, daß im Gegensatze zum Festlande der Ozean im tropischen und subtropischen Gebiete verhältnismäßig arm, im kühlern und kalten Gebiete dagegen reich an Organismen sind[1]).

Zur Lösung dieses Problems waren 3 Fragen zu beantworten:

1. Es galt zunächst denitrifizierende Bakterien des Meeres rein zu züchten und ihre physiologischen Eigenschaften. vor allem auch die Abhängigkeit ihres Gedeihens von der Temperatur festzustellen. Weiterhin war dann die horizontale und vertikale Verteilung in verschiedenen Meeresgebieten und zu verschiedenen Jahreszeiten zu untersuchen und besonders auch zu ermitteln, ob in kaltem Meerwasser etwa denitrifizierende Bakterien vorkommen, die bei Kälte ebenso gut gedeihen und ebenso stark die Nitrate und Nitrite zersetzen. wie andere Spezies es in warmem Wasser tun.

2. Bezüglich der anorganischen Stickstoffverbindungen des Meeres war unter sorgfältigster Anwendung einwandfreier Methoden die Menge der im Meerwasser vorhandenen Ammoniakverbindungen, sowie der Nitrate und der Nitrite an der Küste und auf offener See, an der Oberfläche wie am Grunde, in verschiedenen Gebieten und zu verschiedener Jahreszeit genau zu ermitteln. Nach meiner Hypothese muß erwartet werden, daß in warmen Meeresgebieten weniger anorganische Stickstoffverbindungen im Seewasser sich finden, als z. B. in der Nord- und Ostsee.

Sollte wider Erwarten die Untersuchung von Wasserproben verschieden temperierter Meere ergeben, daß die Quantität der anorganischen Stickstoffverbindungen in den assimilierenden Wasserschichten des Mittelmeeres z. B. größer ist. als in denen der Nordsee, oder sollte es sich bei Beantwortung der ersten Frage zeigen, daß die Denitrifikation in kaltem Wasser eine ebenso starke wie im warmen Wasser sein kann, so war meine

---

[1]) Reinke gibt einen andern Erklärungsversuch, der übrigens nicht neu ist, sondern schon von V. Hensen ausgesprochen ist. In seiner gedankenreichen kleinen Abhandlung über „Einige Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung“ (Sitzungsber. d. Akad. Wiss. Berlin 1890. S. 243) hat Hensen die Armut der wärmern Meere mit der geringern Zufuhr von Stickstoffverbindungen durch atmosphärische Niederschläge im Vergleich zu den kühlern Meeresgebieten zu erklären versucht, wie das neuerdings auch von Reinke geschehen ist. Dieser Erklärungsversuch ist aber schon deshalb unzutreffend, weil in den Tropen infolge der stärkern elektrischen Entladungen etwa zehnmal so viel Salpetersäure durch die atmosphärischen Niederschläge (dem Lande) zugeführt wird als in der gemäßigten Zone. (Munz u. Marcano. Compt. rend. 108. 1899 und 113. 1891.)

Annahme von der ausschlaggebenden Rolle der denitrifizierenden Bakterien im Meere falsch. Man hatte dann einen neuen Erklärungsversuch zu geben und näher zu prüfen. Es wären dabei zunächst die andern in Spuren vertretenen Pflanzennährstoffe in Betracht gekommen (phosphorsaurer Kalk und Kieselsäure).

3. Die dritte Frage endlich, die zu beantworten war, ist folgende: Sind im Meerwasser soviel anorganische Stickstoffverbindungen gelöst, daß die in demselben Meeresgebiet vorhandenen Pflanzen daraus ihren Bedarf an Stickstoff für die Bildung von Eiweißstoffen decken können, oder muß man sich noch nach andern Stickstoffquellen umsehen, um die Menge der in den Organismen einer bestimmten Wassersäule vorhandenen Eiweißstoffe verständlich zu machen?

Alle drei Fragen, die nach den denitrifizierenden Bakterien und ihrer Bedeutung, nach der Menge der anorganischen und drittens der organischen Stickstoffverbindungen im Meere, waren der Beantwortung zugängig. Ich habe alle drei Fragen in den letzten Jahren soweit gefördert, daß ich das Ergebnis jetzt schon einigermaßen übersehen kann. Mit der Veröffentlichung würde ich gern noch ein halbes Jahr gewartet haben, um manche Punkte mit noch größerer Sicherheit angeben zu können, doch nehme ich keinen Anstand, bei dieser Gelegenheit eine kuze vorläufige Mitteilung zu geben.

Im voraus möchte ich schon kurz bemerken, daß meine oben erwähnte, im März 1899 ausgesprochene Annahme durch alle seitdem ausgeführten Untersuchungen bestätigt worden ist, und daß dabei manche Aufschlüsse über die früher vernachlässigten Produktionsbedingungen im Meere gewonnen worden sind.

1. Zunächst hat infolge meiner Anregung und unter meiner Mitwirkung E. Baur denitrifizierende Bakterien aus dem Meerwasser der Kieler Bucht reingezüchtet und näher untersucht. Nach Veröffentlichung dieser Untersuchungen hat dann H. H. Gran in dem Institute von Beijerinck in Delft unter Anwendung einer andern Nährlösung auch denitrifizierende Bakterien der holländischen Küste in Reinkultur genauer studiert und in einer ausgezeichneten kleinen Abhandlung Näheres darüber mitgeteilt. Ferner hat Herr Dr. Gazert, Arzt der deutschen Südpolar-Expedition, sich mit der Kultur der denitrifizierenden Bakterien nach Baur vor der Abfahrt des „Gauß" vertraut gemacht und sowohl unterwegs wie auch im antarktischen Gebiet Baurs Nährlösung mit Wasserproben geimpft. Kurze vorläufige Mitteilungen über seine Ergebnisse hat Gazert im 1. und im 3. wissenschaftlichen Bericht der Südpolar-Expedition gegeben.

Gleichzeitig hat der Nachfolger von Dr. Baur im zoologischen Institut zu Kiel, Dr. R. Feitel, Studien über denitrifizierende Bakterien der Nord- und Ostsee ausgeführt und vor kurzem veröffentlicht[1]). Er bediente sich dabei teils der Baurschen.

[1]) Beiträge zur Kenntnis denitrifizierender Meeresbakterien. (Wissensch. Meeresunters. Bd. 7. Abteil. Kiel 1903.)

teils der Granschen Nährlösung, verwendete aber außerdem auch eine Lösung, die neben Pepton die wichtigsten Pflanzennährsalze enthält.

J. Reinke hat in seiner kürzlich erschienen Arbeit Gran das Verdienst zugeschrieben, den Nachweis zahlreicher „denitrifizierender Spaltpilze im Meere tatsächlich erbracht" zu haben. Er fährt dann fort: „Schon kurz vorher hatte E. Baur in einer, im Kieler zoologischen Institut ausgeführten Arbeit aus dem Schlamm und dem Wasser der Kieler Föhrde einige denitrifizierende Bakterien namhaft gemacht, und ich meinerseits bin zu der Annahme geneigt, daß hier wirklich denitrifizierende Arten vorliegen, nur bleibt zu berücksichtigen, daß die Methode, deren sich Baur bediente, wegen ihrer Zulässigkeit Anfechtung erfährt." Zu diesem Satze habe ich zu bemerken, daß in Wirklichkeit Gran die Publikation Baurs bereits in Händen hatte, als er seine Untersuchungen anfing, daß Baur nicht bloß einige denitrifizierende Bakterien „namhaft gemacht", sondern sehr gründlich untersucht und beschrieben hat, und endlich, daß es ungerechtfertigt ist, wenn Reinke die von Baur näher begründete Kulturmethode bemängelt. Zum Beweise für seine Behauptung fügt Reinke in einer Anmerkung folgendes hinzu:

„Baur bediente sich zu den Versuchen mit seinen Bakterien einer Nitritbouillon, inbezug auf welches Verfahren A. Fischer bemerkt (Vorlesungen über Bakterien, 2. Aufl. S. 193): „Wir haben daraus die Warnung zu entnehmen, daß nicht jede Stickstoffentwicklung in beliebiger salpeterhaltiger Nährlösung als Denitrifikation gedeutet werden darf, weshalb Salpeterbouillon durchaus ungeeignet ist für die Untersuchung des Prozesses". Diese Kritik Fischers stützt sich auf eine bereits 1899 in den Annalen des Institut Pasteur erschienene Artbeit von Grimbert".

Demgegenüber muß ich darauf hinweisen, daß Baur in durchaus zielbewußter Weise mit verschiedenen Nährlösungen experimentiert hat, und daß er sich vorzugsweise einer Kalziumnitritbouillon bediente. Die Bemerkung A. Fischers, die übrigens — so viel ich sehe — ohne Kenntnis der Arbeit von Baur gemacht ist, bezieht sich nur auf Natriumnitratbouillon und kann, wie aus den vorhergehenden Sätzen des Buches von Fischer und ebenso aus Baurs Arbeit klar hervorgeht, gar nicht auf Nitritbouillon, bei der sauere Reaktion vermieden ist, bezogen werden, wie das allein von Reinke geschehen ist. Der Versuch Grimberts, der der zitierten Bemerkung Fischers zugrunde liegt, besteht darin, daß Grimbert 125 ccm einer Fleischwasserpeptonlösung, der 1 % $NaNO_3$ zugesetzt war, vergleichsweise mit zwei Bakterien, die nicht imstande sind, in einer fleischwasserfreien Nährlösung elementaren Stickstoff frei zu machen (*Bac. coli* und *Bac. typhi*) und drittens mit einer denitrifizierenden Spezies (*Bac. pyocyaneus*) impfte. Die beiden erstgenannten Kulturen zeigten nach 34 Tagen eine neutrale, die Kultur des denitrifizierenden Bazillus eine stark alkalische Reaktion. In den Kulturen von *B. coli* und *typhi* war ein

Teil des Nitrats (8, 9—9,4 %) zerstört, zugleich hatte ein Verlust von Amidostickstoff unter Ausscheidung von wenig freiem Stickstoff stattgefunden, während in der Kultur des denitrifizierenden *B. pyocyaneus* der größte Teil des Nitrats (72,8 %) zerstört war und nur ein geringer Verlust von Amidostickstoff stattgefunden hatte. Fischer fährt alsdann fort: „Der Unterschied des stark denitrifizierenden *Pyocyaneus* gegenüber den beiden andern Bakterien ist auffallend, er wird dadurch noch auffallender, daß Typhus- und Kolonbazillen, in reiner Salpeter-Peptonlösung, also ohne die Amidokörper des Fleischwassers gar keinen elementaren Stickstoff abspalten, sondern aus dem Salpeter nur Nitrit bilden, das Kolon etwa aus 5 %, der Typhus aus 3,8 % der zugesetzten Salpetersäure. Die Stickstoffentwicklung der Fleischwasserpeptonlösung beruht demnach gar nicht primär auf Denitrifikation durch Typhus- und Kolonbazillen, sondern ist nach Grimbert sekundär und kommt daher, daß die gebildete salpetrige Säure diese Amidokörper bis zu freiem N zerlegt, z. B.

$$C_4 H_8 N_2 O_3 + 2\, HNO_2 = C_4 H_6 O_5 + 2\, H_2 O + 4\, N.\text{“}$$

Asparagin. Salpetrige Säure. Äpfelsäure.

Unmittelbar darauf folgt der von Reinke zitierte Satz, der sich also auf Grimberts Versuch, keineswegs aber auf Baurs Methode bezieht. Grimbert hat, wie wir sahen, Natriumnitrat angewandt, das nach Reduktion zu Natriumnitrit bei Gegenwart von Säuren in das Alkali und freie salpetrige Säure zerfällt. Baur aber hat — soviel ich mich erinnere, übrigens ohne Kenntnis der ausführlicheren Arbeit von Grimbert — absichtlich Natriumnitrit vermieden, weil es „durch die meisten Peptonsorten des Handels zersetzt“ wird (S. 21) infolge der oft saueren Reaktion des Peptons. Er hat sich bei seinen Untersuchungen zunächst des Kaliumnitrits bedient. Weil aber bei Denitrifikation das freiwerdende Alkali des angewandten Nitrits sich mit der durch die Atmung der Bakterien gebildeten Kohlensäure verbindet, so daß durch die entstehende Pottasche die Kulturflüssigkeit stark alkalisch wird (S. 16), so hat er schließlich nur Kalziumnitrit angewandt und nur dieses empfohlen (S. 21). Saure Kulturmedien wurden vor der Impfung neutralisiert. Für die Gelatine macht Baur auch ausdrücklich darauf aufmerksam. Ebenso wie Baur vermieden hat, daß salpetrige Säure in seinen Kulturen frei wurde, so hat er auch durch gänzliches Fortlassen des Fleischwassers in einer Reihe von Versuchen, die auf S. 15 seiner Arbeit angeführt werden, die Zerstörung der Amidokörper, die im Fleischwasser vorhanden sind, vollkommen ausgeschlossen. Reinkulturen von Baurs Bacterium actinopelte gediehen in bouillonfreier Kulturflüssigkeit (Seewasser 100, Pepton 2, Kalziumnitrit 0,15 und 3 oder 5 Teile Glyzerin oder Mannit oder Propylalkohol) sehr gut unter frühzeitiger Gasentwicklung und vollständiger Nitritzerstörung.

Baur hat also in vollkommen einwandfreier Weise denitrifizierende Bakterien des Meeres zuerst nachgewiesen. Die Bemängelungen Reinkes sind gänzlich hinfällig.

Ich kann nicht dazu schweigen, wenn eine vortreffliche wissenschaftliche Arbeit ohne Grund „Anfechtung erfährt", mußte aber auch deshalb für die Rechtfertigung des von Baur angewandten Kulturverfahrens eintreten, weil Feitel und ich bei Fortsetzung der Untersuchungen Baurs im zoologischen Institut die vorzüglich bewährte Baursche Nährlösung mit geringfügigen Verbesserungen neben der Granschen Nährlösung weiter verwandt haben und auch fernerhin benutzen werden.

Einige Ergebnisse der Untersuchungen, die ich in Gemeinschaft mit Dr. Feitel während des Jahres 1903 ausgeführt habe, teile ich nachstehend mit:

Auf der Fahrt des „Poseidon" im Februar 1903 wurden auf einer Station (11) der östlichen Ostsee etwa in der Mitte zwischen Stolperbank und Mittelbank Wasserproben (stets 1 ccm Meerwasser aus verschiedener Tiefe) und Bodenproben (eine etwa erbsengroße Portion) in vorbereitete, gut sterilisierte Röhren mit Baurs oder mit Grans Nährlösung gebracht. Auf den Fahrten im Mai 1903 wurden an einer Ostsee-Station (8) zwischen Rügen und Schweden sowie an 2 Nordsee-Stationen, von denen die eine (1) NW. von Helgoland unter 54° 41' N. und 6° 12' O., die andere (7) in der norwegischen Rinne liegt, steril entnommene Wasser- und Bodenproben sofort zur Impfung von Röhren mit Baurs Nährlösung verwandt. Ferner wurden auf den Fahrten im August 1903 an 3 Ostseestationen (8a, 9a zwischen Rügen und Schweden, 10 zwischen Oderbank und Stolperbank) und an 3 Nordseestationen (1 und 7 wie im Mai, außerdem Station 4 (westlich von der Großen Fischerbank ungefähr in der Mitte der Nordsee) Röhren mit Baurs und mit Grans Lösung geimpft.

In den nachstehenden Tabellen gebe ich eine Übersicht des Verhaltens der geimpften Baur- und Gran-Lösungen zunächst für die Proben aus der Ostsee, dann auch für solche aus der Nordsee.

Ostsee.

1 Station im Februar (11)
1 „ „ Mai (8)
3 Stationen im August (8a, 9a, 10)

Baurs Nährlösung, 58 Röhren. (Im ganzen 93 v. H. vollkommen denitrifiziert.)

	0 m	10 m	Tiefere Wasserschichten (40—73 m)	Bodenproben (37—74 m)
Davon vollkommen denitrifiziert	100 v. H.	100 v. H.	70 v. H.	100 v. H.
Nur Anzeichen der Denitrifikation	—	—	23 v. H.	—
Gar keine Anzeichen der Denitrifikation		—	7 v. H.	—

Grans Nährlösung, 65 Röhren.
(Im ganzen nur 61 v. H. vollkommen denitrifiziert.)

	0 m	10 m	Tiefere Wasserschichten (40—73 m)	Bodenproben (34—73 m
Davon vollkommen denitrifiziert	77 v. H.	33 v. H.	43 v. H.	76 v. H.
Nur Anzeichen der Denitrifikation	23 v. H.	42 v. H.	14 v. H.	19 v. H.
Gar keine Anzeichen der Denitrifikation	—	25 v. H.	43 v. H.	5 v. H.

In den 3 verschiedenen Jahreszeiten verhielten sich die Ostseeproben so wenig verschieden, daß ich sie alle zusammenfasse: doch war die Denitrifikation am geringsten im Mai. Es zeigt sich, daß die in Baurs Nährlösung gedeihenden Bakterien im allgemeinen weit reichlicher vertreten waren, als Grans Bakterien. In den Baur-Röhren mit Wasserproben von der Oberfläche und von 10 m Tiefe sowie in denen mit Bodenproben (Sand, Sand mit Schlick, Schlick oder endlich schwarzer, stinkender Schlamm) trat ausnahmslos vollständige Denitrifikation ein. In tiefern Wasserschichten (40—73 m) war das aber nur bei 9 von 13 der Röhren der Fall, bei einer zeigte sich gar kein Anzeichen der Denitrifikation.

Von den an denselben Stellen geimpften Gran-Lösungen trat bei den meisten Grundproben und der Mehrzahl der Wasserproben von der Oberfläche Denitrifikation ein, während bei den meisten der aus 10 m oder noch tiefern Wasserschichten stammenden Proben entweder gar keine Denitrifikation erfolgte oder nur Anzeichen der Denitrifikation bemerkbar waren.

Nordsee.

2 Stationen im Mai (1 und 7) (nur Baurs Lösung)

36 Röhren mit Baurs Nährlösung.
(Im ganzen 36 v. H. vollkommen denitrifiziert.)

	0 m	10 m	Tiefere Wasserschichten (30—230 m)	Bodenproben (38—250 m)
Davon vollkommen denitrifiziert	37 v. H.	12 v. H.	8 v. H.	100 v. H.
Nur Anzeichen der Denitrifikation	26 v. H.	38 v. H.	51 v. H.	—
Gar keine Anzeichen der Denitrifikation	37 v. H.	50 v. H.	41 v. H.	—

3 Stationen im August (1, 4, 7)

39 Röhren mit Baurs Nährlösung (Im ganzen 90 v. H. vollkommen denitrifiziert.)

	0 m	10 m	Tiefere Wasserschichten (35—260 m)	Bodenproben (40—270 m)
Davon vollkommen denitrifiziert	100 v. H.	88 v. H.	83 v. H.	88 v. H.
Nur Anzeichen der Denitrifikation	—	12 v. H.	17 v. H.	12 v. H.
Gar keine Anzeichen der Denitrifikation	—	—	—	—

52 Röhren mit Grans Nährlösung. (Im ganzen 56 v. H. vollkommen denitrifiziert.)

	0 m	10 m	Tiefere Wasserschichten (35—260 m)	Bodenproben (40—270 m)
Davon vollkommen denitrifiziert	58 v. H.	25 v. H.	44 v. H.	100 v. H.
Nur Anzeichen der Denitrifikation	17 v. H.	42 v. H.	37 v. H.	—
Gar keine Anzeichen der Denitrifikation	25 v. H.	33 v. H.	19 v. H.	—

In der Nordsee konnten wegen Sturm im Februar 1903 leider keine Proben gewonnen werden. Die im Mai an zwei Stationen geimpften Röhren mit Baurs Nährlösung verhielten sich überstimmend ungünstig, so daß ich sie von denen der drei Auguststationen in der vorstehenden Tabelle getrennt habe. In den im Mai mit Oberflächenwasser geimpften Röhren mit Baurs Nährlösung trat bei einem Drittel vollkommene Denitrifikation ein, bei Wasserproben aus 10 m Tiefe oder noch tiefern Schichten aber nur in vereinzelten Fällen. Dagegen fand in sämtlichen mit Bodenproben (Sand 38,5 m oder toniger Schlick 250 m) geimpften Röhren vollständige Denitrifikation statt.

Sehr viel günstiger war das Ergebnis im August. Entweder alle oder doch die allermeisten der geimpften Röhren mit Baurs Nährlösung zeigten vollkommene Denitrifikation. Bei keiner einzigen Wasser- oder Bodenprobe versagte die Impfung gänzlich. Die spärlichere Verteilung der physiologisch anders sich verhaltenden Arten, die in Grans Lösung gedeihen, zeigt die letzte Reihe. Ein vollkommen günstiges Resultat ergaben nur die Impfungen mit Bodenproben an allen drei Stationen. Von den Wasserproben zeigten 42—75 v. H. nur Andeutungen der Denitrifikation oder sogar gar keine Anzeichen davon.

Da schon 1 ccm (20—30 Tropfen) oft gar keine denitrifizierende Bakterien der *Trivialis*gruppe (Grans Bakterien) enthält, und zwar selbst in der günstigsten Zeit, im August, so ist es nicht zu verwundern, daß die Impfung von Grans Lösung mit nur einem Tropfen von der Oberfläche der freien Nordsee niemals auch nur Anzeichen der Denitrifikation hervorrief. Weil Gran angibt, daß sein Bacillus trivialis an der niederländischen Küste (in der Zeit von August bis November) „in jedem Wassertropfen zu finden“ ist, so haben wir die erwähnten Impfungen im Mai, August und November 1903 vorgenommen, stets jedoch mit gänzlich negativem Erfolge. Dagegen führte in einigen Fällen die Impfung von Baurs Nährlösung mit nur einem Tropfen Oberflächenwasser von der freien Nordsee zu einer vollkommenen Denitrifikation.

Vergleicht man die beiden Übersichten, so zeigt sich, daß die denitrifizierenden Bakterien weit regelmäßiger in der freien Ostsee als in der Nordsee vorkommen, daß aber in beiden Gebieten Grans Bakterien in geringerm Grade an der Denitrifikation beteiligt sind, als die von Baur. Die Bakterien, die in Grans Nährlösung gedeihen, sind vorzugsweise am Boden, nächstdem an der Oberfläche anzutreffen; in den dazwischen liegenden Wasserschichten sind sie spärlich vertreten und werden oft ganz vermißt. Baurs Bakterien dagegen kommen an der Oberfläche meist ebenso reichlich wie am Grunde vor und sind auch in 10 m Tiefe noch stark vertreten, in den tieferen Wasserschichten aber treten sie mehr oder weniger zurück. Im Mai waren sowohl in der Ostsee als auch namentlich in der Nordsee die denitrifizierenden Bakterien besonders spärlich vertreten.

Von der Februarfahrt 1903 erhoffte ich einen Aufschluß darüber, ob es denitrifizierende Bakterien gibt, die in kaltem Wasser eine starke Wirkung entfalten. Oberflächenwasser (1,9° C.), weit vom Lande in der östlichen Ostsee geschöpft und zur Impfung von Baurs und Grans Nährflüssigkeit verwandt, enthielt nur solche denitrifizierende Bakterien, die am stärksten denitrifizierten bei mehr als 20°. Auch in dem Tiefenwasser derselben Stelle, das eine Temperatur von 4,5° besaß, fanden sich keine denitrifizierenden Bakterien, deren Temperaturoptimum sich bei wenigen Graden über Null befindet.

Eine sehr wertvolle Ergänzung erhält diese Beobachtung durch die ausgedehnten Untersuchungen Dr. Gazerts im antarktischen Eis. In dem Meerwasser unter der Eisdecke wurden nur solche denitrifizierenden Bakterien gefunden, die in der Wärme besser gediehen als in der Kälte.

Die eingehende Bearbeitung wird unter Verwertung der Novemberfahrten 1903 in den „Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen“ erfolgen.

2. Die zweite Frage ist: wie groß ist die Menge der anorganischen Stickstoffverbindungen in verschiedenen Meeres-

gebieten, zu verschiedenen Jahreszeiten und in den verschiedenen Wasserschichten? Seit Begründung des hiesigen Meereslaboratoriums (Ostern 1902) sind in jedem Vierteljahr durch Nord- und Ostsee Fahrten gemacht, bei denen auch zahlreiche Wasserproben entnommen und für die spätere Untersuchung auf Stickstoffverbindungen sofort nach der Entnahme mit Quecksilberchlorid vergiftet wurden. Die Wasserproben von den Mai-, August- und Novemberfahrten des Jahres 1902 sind von Dr. Raben untersucht worden. Ein Kubikmeter Meerwasser aus der Nord- und Ostsee enthält etwa 0,06—0,2 g (meist aber mehr als 0,1 g) *N.* in Form von NH_3. Die genauern Angaben über das Schwanken der Menge nach Ort und Zeit sowie über die stets auch vorhandenen, aber immer in geringerer Menge vertretenen Nitrite und Nitrate möchte ich erst verwerten, wenn Dr. Raben seine Arbeit bis zu einem gewissen Abschluß gebracht und die Verbesserungen in der Methodik, die durch die gütige Unterstützung von Prof. Rodewald während des letzten Jahres gewonnen sind, verwertet hat.

Außerdem sind mir nur von Natterer[1]) aus dem östlichen Mittelmeer und dem roten Meer genauere Untersuchungen, bei denen ein Einfluß der gewöhnlichen Fäulnisbakterien sowie der nitrifizierenden und denitrifizierenden Bakterien ausgeschlossen war, bekannt. Die meisten Wasserproben Natterers enthielten weniger als 0,06 g *N.* (in Form von NH_3) neben kaum meßbaren Spuren von Nitrit und Nitrat.

Damit hat sich also meine Annahme, daß die wärmern Meere weniger gebundenen Stickstoff enthalten als die kältern Meere als zutreffend erwiesen. Die bis jetzt vorliegenden zuverlässigen Ammoniakbestimmungen, ergänzt durch bakteriologische Untersuchungen, lehren in der Tat, daß die Menge der Stickstoffverbindungen, augenscheinlich infolge der Begünstigung der Denitrifikation durch Wärme, in den warmen Meeren geringer ist, als in den kältern Meeren. Zur vollen Widerlegung der entgegengesetzten ältern Behauptung von Murray[2]), der zufolge in den Tropenmeeren das Wasser etwa dreimal so viel Ammoniak enthält als z. B. in der Nordsee, bedarf es noch weiterer Untersuchungen, die ich in einem halben Jahre veröffentlichen zu können hoffe.

Nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen scheinen in den warmen Meeren in der Tat die Stickstoffverbindungen im Minimum zu sein, so daß sich nach ihrer Menge die ganze Produktion in den tropischen und subtropischen Meeren richten muß. Dagegen ist es für die kühlern und kalten Meere keineswegs ausgeschlossen, daß zeitweise andere Nährstoffe im Minimum vertreten sind und die Fruchtbarkeit des Wassers bestimmen.

---

[1]) Vergl. Brandt, K., Stoffwechsel im Meere. 2. Abh. (Wiss. Meeresunters. Bd. 6. 1902.)

[2]) Vergl. Brandt, K., Stoffwechsel im Meere. 2. Abh.

Wie vorher schon erwähnt, kommen dann in erster Linie Kieselsäure und Phosphorsäure in Betracht. Die übrigen Pflanzennährstoffe, soweit sie als unentbehrliche bekannt sind, finden sich in größerer Menge als die biogenen Elemente *N*, *Si* und *P*, die meisten sogar im Überfluß im Meerwasser. Für die Phosphorsäure liegen meines Wissens nur die alten Analysen von Forchhammer und später (1878) von Schmidt vor. Diese sind nicht recht brauchbar, weil unterlassen worden ist, die Wasserproben gleich nach der Entnahme gut zu filtrieren. Die Proben waren von der Oberfläche entnommen, und solches Wasser kann unter Umständen recht viele Organismen enthalten. Infolge der Fäulnisprozesse gelangt dann der in den Organismen vorhandene Phosphor als phosphorsaurer Kalk in das Wasser, so daß bei der Analyse oft recht hohe Werte erhalten werden können. Die Menge der im Wasser der Nord- und Ostsee gelösten P_2O_5 beträgt nach den bisher ausgeführten Untersuchungen Dr. Rabens meist weniger als 1 g pro cbm Wasser, doch stets mehr als die des *N*.

Daß es unrichtig ist, unfiltriertes Wasser der Untersuchung auf gelöste Kieselsäure zu unterwerfen, hat J. Murray bereits betont. Noch größer aber kann der Fehler werden, wenn man die Wasserproben in üblicher Weise in Glasgefäßen aufhebt. Ich habe nur Zinkblechbehälter dazu verwandt. Nach den Untersuchungen Dr. Rabens beträgt die Menge der gelösten Kieselsäure durchschnittlich etwa 1 Teil auf eine Million Teile Meerwasser. Wenn ich es auf Grund der Angaben Murrays, denen zufolge 2—5 Teile gelöster Kieselsäure in 1 Million Teilen Meerwasser enthalten sind, während nach den älteren Angaben von Schmidt sogar 9,1—17,6 Teile SiO_2 im kühlern Gebiet auf 1 Million Teile Wasser kommen sollen, es für nahezu ausgeschlossen gehalten habe, daß SiO_2 im Minimum vertreten sein kann, so muß ich es jetzt auf Grund der neuen Analysen von Raben für sehr wohl möglich halten, daß wenigstens zeitweise wegen des starken Bedarfs der Diatomeen an SiO_2 die im Wasser gelöste Kieselsäure im Minimum vertreten ist (s. u. S. 400).

3. Ich komme endlich zu der letzten Frage: Reicht der Gehalt des Meerwassers an anorganischen Stickstoffverbindungen aus, um die Menge des Eiweißstickstoffs in den Meeresorganismen zu erklären? Reinke hält das augenscheinlich für ausgeschlossen und glaubt, eine besondere Hypothese aufstellen zu müssen, um „die ungeheure Masse von Eiweißstoffen, die Jahr für Jahr in der Algenvegetation der nordischen Küsten und im Plankton durch Assimilation erzeugt wird“, verständlich zu machen. Er erinnert an die riesigen Arten von *Nereocystis* an der pazifischen Küste Nordamerikas, die mit ihren 30 m langen Stämmen und ihren 15 m langen, zu 48 an einem Stamm sitzenden Blättern einjährig sind, also diese ganze ungeheure Körpermasse Jahr für Jahr aus der Keimzelle unter Assimilation von anorganischem

Stickstoff aufbauen. Dieses einzige von Reinke gegebene Beispiel kann uns nur dann eine Vorstellung von der Jahresproduktion in einer bestimmten Wassermenge geben, wenn neben vielen andern Fragen auch die beantwortet ist, wie groß denn die Wassermassen sind, die von diesen Küstenpflanzen ausgenutzt werden.

Den Landpflanzen wird aus dem umgebenden Medium, der Luft, bekanntlich nur die Kohlensäure zugeführt; alle übrigen Nährstoffe (auch die Stickstoffverbindungen) müssen aus dem Erdboden aufgenommen werden. Den Algen des Meeres dagegen werden alle unentbehrlichen Nährstoffe aus dem umgebenden Medium übermittelt. Das Meerwasser ist eine sehr verdünnte Pflanzennährlösung, aus der die Algen alle Stoffe beziehen müssen, die sie zum Aufbau ihres Körpers nötig haben. Und so wie von der — ja nur in Spuren und trotzdem nicht im Minimum vertretenen — Kohlensäure wegen der Bewegungen des Luftmeeres so viel den Pflanzen zugeführt wird, daß sie ihren gesamten, recht beträchtlichen Kohlenstoffbedarf daraus decken können, so können auch die in noch geringern Spuren vertretenen (aber auch in viel geringerer Menge erforderlichen) Stickstoffverbindungen, ferner P_2O_5 und SiO_2 durch die unaufhörlichen Bewegungen des Mediums, des Weltmeeres, in ganz außerordentlichem Grade ausgenutzt werden. Das Weltmeer ist ebenso zusammenhängend und in ähnlicher Weise der Durchmischung unterworfen, wie das Luftmeer. Die Küstenpflanzen, die Tange usw. werden infolge der Gezeitenbewegung, infolge von Strömungen und durch den Wellenschlag mit immer neuen Wassermassen in Berührung gebracht, so daß sie die Nährstoffe daraus aufnehmen können. Man braucht sich daher kaum zu wundern, daß die großen *Tange* und andere Küstenalgen auch die in Spuren vertretenen Nährstoffe, wie N, P_2O_5, SiO_2, I usw. in großer Menge „anhäufen". Das ist in stärkerm Maße nur an solchen Küstenplätzen der Fall, an denen ein ausgiebiger Wasserwechsel stattfindet.

In stagnierenden Wasserbecken, z. B. in Aquarien, wird aber der Vorrat an Nährstoffen bald verbraucht.

Das von Reinke gegebene Beispiel spricht bei näherer Betrachtung mehr gegen als für seine Vermutung, daß so gewaltige Tange nur gedeihen können, wenn sie — ähnlich den Leguminosen — noch besondere Stickstofflieferanten haben.

In der von Hensen begründeten Planktonmethode haben wir bekanntlich ein ausgezeichnetes Mittel, näher festzustellen, wieviel Organismen sich in einer Wassersäule von bekannten Dimensionen befinden. Man kann alsdann das Gewicht der Trockensubstanz und den Gehalt an Stickstoff bezw. Eiweiß, an SiO_2, P_2O_5 usw. feststellen. Angaben darüber habe ich in meinen „Beiträgen zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons" gemacht[1]. In Betracht kommen hier nur die vollständigen quantitativen Planktonfänge, bei denen

eine Stickstoffbestimmung ausgeführt ist, die Analysen II bis X. Die hier in Betracht kommenden Werte stelle ich in der nachstehenden Übersicht zusammen.

Vollständige quantitative Plaktonfänge mit Hensens großem Netz (Seidengaze Nr. 20), an der Heulboje bei Kiel. Wassertiefe 20 m. Netzöffnung 0,1 qm.

Nr. der Analyse	Datum des Fanges	Trockengewicht (ev. reduziert) in g	Stickstoffgehalt in 100 Gewichtsteilen der Trockensubstanz	Mithin g N
II	3. X. 92	1.1517	3,41	0,039
III	13. X. 92	1,1071	3,16	0,034
IV	15. XI. 92	0,6722	3.28	0.022
V	14. II. 93	0.2337	3,14	0.0073
VI	15. III. 93	1,0611	1,80	0,0245
VII	4. IV. 93	0,5730	2,43	0,0139
VIII	5. V. 93	0,1642	5,61	0,0092
IX	28. VIII. 93	0,3166	5,24	0,0276
X	28. IX. 93	0,7967	3,19	0,0254
	Zusammen	6,0763	–	0,2029
	Im Mittel	0,6751	3,33	0,0225

Alle Fänge sind zu verschiedenen Jahreszeiten an derselben Stelle und mit demselben Netze in der Weise ausgeführt, daß die ganze Wassersäule von 20 m Höhe und 0.1 qm Grundfläche möglichst vollständig mit dem Planktonnetz abfiltriert ist. Das Volumen der Wassersäule beträgt 2 cbm.

Veranschlage ich den Verdrängungsverlust (an der Eingangsöffnung des Netzes) hoch, zu $^1/_4$ des ganzen Fanges, so würden die Organismen, die sich in 1,5 cbm (nicht in 2 cbm) befanden, in dem Fange vorliegen. Nehme ich endlich an, daß außerdem die Hälfte der gesamten, in der Wassersäule vorhanden gewesenen lebenden Organismen durch die feinen Netzporen entschlüpft ist, daß also der Filtrationsverlust so groß gewesen ist, wie der Fang selbst, so erhalte ich folgende Werte:

Das arithmetische Mittel der 9 Fänge beträgt 0.0225 g Eiweißstickstoff. Führt man die Umrechnung auf 1 cbm in der angegebenen Weise aus, multipliziert man also mit dem Bruch $\frac{2}{1,5}$, so beträgt der wahrscheinliche Gehalt an Eiweiß-

[1]) Brandt, K., Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons. (Wiss. Meeresunters. Bd. 3. Abt. Kiel. 1898.)

stickstoff von 1 cbm Meerwasser der Kieler Föhrde durchnittlich nur 0,03 g. Rechnet man den niedrigsten (0,0073) und den höchsten Wert (0,039) in derselben Weise um, so schwankt der wahrscheinliche Gehalt des Meerwassers an Eiweißstickstoff nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen in der Kieler Föhrde zwischen 0,0097 und 0,052 g pro cbm. Der Gehalt an anorganischem Stickstoff beträgt aber in der Kieler Föhrde mehr als doppelt, in der betreffenden Zeit etwa 4 mal so viel, wie der höchste Wert (0,052 g). Im Durchschnitt ist auch der Gehalt an anorganischen Stickstoffverbindungen im Meerwasser der Kieler Bucht etwa viermal so groß, wie der Gehalt an Eiweißstickstoff in derselben Wassermenge. Die Ausnutzung der gelösten Stickstoffverbindungen kann wegen der Verteilung der kleinen Planktonpflanzen durch das Wasser und wegen der verhältnismäßig sehr bedeutenden Oberfläche dieser einzelligen Wesen eine relativ sehr beträchtliche sein. Wie die erhaltenen Zahlen zu einer annähernden Berechnung der Produktion während eines Jahres verwertet werden können, und welche ergänzenden Untersuchungen dafür noch nötig sind, hat Hensen schon methodisch klar entwickelt. Wenn ich eine solche Berechnung jetzt noch nicht ausführe, so geschieht es, weil mir die Grundlagen für die Berechnung noch nicht genügend gesichert erscheinen.

Daß Phosphorsäure nicht im Minimum vertreten ist, geht daraus hervor, daß — wie ich vorher angeführt habe — mehr gelöste Phosphorsäure (in Gestalt von phosphorsaurem Kalk) im Meerwasser der Nord- und Ostsee vorhanden ist, als gebundener Stickstoff. Es kommt hinzu, daß Phosphorsäure in geringerm Grade von den Pflanzen in Anspruch genommen wird als Stickstoff.

Wenn der Ausnutzungskoëffizient für Phosphorsäure nicht etwa ganz erheblich geringer ist als der für Stickstoff, so ist auch die Phosphorsäure bisher nicht im Minimum in den heimischen Meeren angetroffen worden.

Der Gehalt an gelöster Kieselsäure steigt vor der *Diatomeen*-Wucherung im Frühjahr bis auf 1,5 in 1 Million Teilen Wasser. Zur Zeit der stärksten *Diatomeen*-Wucherung enthält ein quantitativer Planktonfang der Kieler Föhrde 0,54 g. *Diatomeen*-Kieselsäure nach einer früheren Angabe von mir.[1])

Wegen des bei den sehr kleinen *Diatomeen* besonders starken Filtrationsverlustes multipliziere ich den ermittelten Wert mit $\frac{3}{1,5}$ (nicht wie vorher mit $\frac{2}{1,5}$) und erhalte 1,08 g *Diatomeen*-Kieselsäure in 1 cbm Wasser. Das Verhältnis zwischen gelöster Kieselsäure und *Diatomeen*-Kieselsäure in 1 cbm Meerwasser beträgt dann etwa 1 : 1, ist also mehrfach so ungünstig, wie das zwischen den Stickstoffverbindungen in anorganischer und

[1]) Wiss. Meeresunters. Bd. 6. Abt. Kiel. S. 71.

organischer Form. Die Kieselsäure ist dann im Minimum vertreten: das rapide Abfallen des *Diatomeen*-Maximums wird dadurch verständlich.

Die wenigen angegebenen Werte bitte ich als einen vorläufigen Anhalt zu betrachten; sie werden durch weitere Untersuchungen schon in der nächsten Zeit erheblich ergänzt werden.

Daß ich die von Reinke aufgestellte Hypothese von der Symbiose von Algen und den stickstoffsammelnden Bakterien nicht für nötig zum Verständnis der im Meere vorliegenden Verhältnisse halte, geht schon aus dem Vorhergesagten hervor. Die Untersuchungen von Benecke und Keutner ergeben nur, daß *Azotobakter chroococcum* und *Clostridium Pasteurianum* ebenso wie in der Garten- und Ackererde auch im Meerwasser für ihren eignen Bedarf den elementaren Stickstoff zu binden vermögen. Daß sie das im Überfluß tun und dann den Überschuß in irgend welcher Form an Pflanzen, auf denen sie vorkommen, abgeben, ist nichts weiter als eine Vermutung von Reinke, die vorläufig vollkommen in der Luft schwebt und nicht so neu ist, wie Reinke zu glauben scheint[1].

Für den Haushalt des Meeres im ganzen wird der physiologisch interessante Befund von Benecke und Keutner, wie mir scheint, nur von untergeordneter, nicht aber von ausschlaggebender Bedeutung sein. Daß *Clostridium* und *Azotobakter* ebenso wie andere Bakterien von manchen Tieren als Nahrung mit verwertet werden, ist wohl anzunehmen. Daß aber durch die zwei Bakterienarten ein nennenswerter Teil der Meerestiere erhalten wird, ist höchst unwahrscheinlich.

Die auf und zwischen den großen Algen der Seichtwasserregion so zahlreich lebenden Tiere scheiden sicher in Gestalt von Kot und Harn stickstoffhaltige Auswurfstoffe ab, die unter dem Einflusse von Fäulnisbakterien auch in assimilierbare anorganische Stickstoffverbindungen übergeführt werden. Ich glaube, daß die Bedeutung dieser Tiere größer sein wird für die Deckung des Stickstoffbedarfs der Meeresalgen, zwischen und an denen sie vorkommen, als die noch ganz hypothetische des *Azotobakter* und *Clostridium*.

Da *Clostridium* und *Azotobakter* in der Kieler Föhrde vorkommen, so werden sie wohl auch in tropischen Meeren angetroffen werden oder durch ähnlich sich verhaltende Arten vertreten sein. Dort aber wird ihre Lebenstätigkeit durch die Wärme gesteigert sein. Wenn entsprechend der Vermutung Reinkes die Kontaktsymbiose der stickstoffbindenden Bakterien mit Meeresalgen für die Produktion im Meere von großer Bedeutung wäre, dann müßte sie zu einem Organismenreichtum der warmen Meere führen.

[1]) Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. 1897. S. 386.

Durch die Eiweißmassen, die der vermuteten Symbiose zu verdanken sein sollen, müßte eine beständige Bereicherung des Meeres stattfinden, der Bestand an gebundenem Stickstoff immer mehr zunehmen, nach der Fäulnis als Ammoniak usw. im Meere anzutreffen sein, während doch in Wirklichkeit gerade in warmen Meeren außerordentlich wenig anorganische Stickstoffverbindungen angetroffen werden. Es würde also dabei die ungeheure Bedeutung der Denitrifikation für das Zustandekommen der wirklich vorliegenden Verhältnisse erst recht ins Licht treten.

Über das Wachstum des Blütenschaftes von *Taraxacum*.

Von

Dr. K. Miyake aus Tokyo.

(Mit 1 Abbildung im Text und Tafel 21.)

Obschon *Taraxacum officinale* eine in unserem Klima oft vorkommende Pflanze ist und vielfach von Botanikern untersucht, beschrieben und besonders als schönes Beispiel der Samenverbreitung durch Wind in die Lehrbücher aufgenommen wurde, so hat man das Wachstum des Blütenschaftes einer genauern Untersuchung noch nicht unterzogen. Deshalb halte ich es für zweckmäßig, die Hauptresultate der diesbezüglichen Beobachtungen, welche ich im Laufe der letzten vier Jahre angestellt habe, mitzuteilen.

Die ersten Beobachtungen machte ich im Frühjahre 1899 in dem Botanischen Garten der Kaiserlichen Universität zu Tokyo. Damals habe ich die jungen Blütenschäfte von 3 *Taraxacum*-Pflanzen täglich um 1 Uhr mit dem Maßstabe gemessen, bis die Pflanzen soweit waren, daß die reifen Früchte vom Winde fortgetragen wurden. Die Resultate waren sehr merkwürdig, und ich habe sie schon einige Monate später im „Botanical Magazine" in japanischer Sprache kurz mitgeteilt[1]).

Es gibt in Japan zwei Arten resp. Varietäten von *Taraxacum*:

Taraxacum officinale glaucescens Koch.
Taraxacum officinale albiflorum Makino.

Die erste Art hat gelbe Blüten wie das typische *T. officinale*, die letztere dagegen hat weiße Blüten. Die Beobachtungen, welche ich anfangs machte, bezogen sich nur auf die erste Art. Im Frühjahre 1900 habe ich meine weiteren Untersuchungen über beide Arten, die gelb- wie die weißblütige, welche beide in dem Botanischen Garten wild wachsen, ausgedehnt. Dann wurden mehr als 15 Blütenschäfte, welche etwa einem Dutzend Pflanzen angehörten, einmal täglich gemessen. Die Messung fand gewöhnlich zwischen 12,30 und 1 Uhr mittags statt.

Im Herbste desselben Jahres reiste ich nach Amerika, und während meines zweijährigen Aufenthaltes in der Cornell Universität, Ithaca, N. Y., habe ich dort Gelegenheit gehabt, meine

1) Botanical Magazine. Tokyo. Bd. 13. 1899. p. 331—334.

Beobachtungen über das typische *Taraxacum officinale* zu machen. Am 2. November fing ich meine Beobachtungen sowohl an 2 Pflanzen, die frei gewachsen, als auch an 3, die in Töpfen eingepflanzt, sich in einem Gewächshaus befanden, an. Alle Blütenschäfte der freigewachsenen Pflanzen hatten vor der Zerstreuung der Früchte durch den Frost Schaden gelitten. Die Gewächshauspflanzen dagegen gediehen ziemlich gut, und 6 unter 7 beobachteten Blüten bekamen reife Früchte. Die Zerstreuung der Früchte fand aber nicht statt, weil in dem Gewächshaus die Luft zu ruhig war. Schließlich verwelkte die Spitze des Schaftes, während die pappusbesetzten Früchte auf dem Köpfchen blieben. Daraus kann man ersehen, daß die Zerstreuung der *Taraxacum*-Früchte nur durch den Wind verursacht wird.

Im Frühlinge des Jahres 1902 habe ich weitere Beobachtungen an freigewachsenem *Taraxacum officinale* gemacht. Etwa ein Dutzend Blütenschäfte an 8 Pflanzen wurde täglich zwischen 1.30 und 2 Uhr gemessen.

Obwohl mehr als 40 Blütenschäfte untersucht wurden, die etwa 2 Dutzend Pflanzen angehörten, werde ich mich darauf beschränken, die Ergebnisse, die bei allen übereinstimmten, von nur 6 Schäften in die folgenden Tabellen aufzunehmen:

Tabelle 1.

Taraxacum officinale glaucescens: im Botanischen Garten der Kais. Universität zu Tokyo.

Tägliche Messungen vom 28. Mai bis 14. Juni 1899.

Datum	Länge in cm	Zuwachs	Mittl. Temp. C.[1]	Bemerkungen.
Mai 28.	18,0	—	18.0	
29.	20.8	2.8	16.4	Blüten geöffnet.
30.	21,7	0,9	16.7	
31.	22.3	0,6	18,2	
Juni 1.	22.5	0.2	18.1	
2.	22.7	0.2	19,8	
3.	22.9	0.2	19.7	
4.	23.1	0.2	22,2	
5.	23.7	0.6	20.1	
6.	25.1	1.4	21.2	
7.	26.1	1.0	20.2	
8.	28,0	1.9	21.0	
9.	30.7	2.7	20.5	
10.	35.2	**4,5**	21.7	Fruchtköpfchen geöffnet.
11.	38.0	2.8	20.1	Die Früchte haben sich
12.	38.5	0.5	21.9	zwischen 10—12 Uhr
13.	38,6	0.1	21.7	vormittags zerstreut.
14.	38.6	0.0	20.4	Am 15. Juni welkte
				die Spitze des jetzt
				fruchtlosen Schaftes.

[1]) Die Temperaturangaben in dieser und den drei folgenden Tabellen sind den Beobachtungen des Tokyo Central Meteorologischen Observatoriums entnommen.

Tabelle 2.

Taraxacum officinale albiflorum: im Botanischen Garten der Kais. Universität zu Tokyo.

Tägliche Messungen vom 16. April bis 15. Mai 1900.

Datum	Länge in cm	Zuwachs	Mittl. Temperatur C.	Bemerkungen.
April 16.	1,5	—	—	
17.	2.0	0.5	10,3	
18.	4.2	2.2	12,1	
19.	6.5	2.3	14.4	
20.	11.0	4.5	17.6	
21.	14.2	3.2	10.6	
22.	16.0	2.2	8.7	
23.	17.0	1.0	9,3	Blüten geöffnet.
24.	18.0	1.0	10.6	
25.	18.5	0.5	11.1	
26.	19.2	0.7	11.0	
27.	19.7	0.5	10.9	
28.	19.8	0.1	12.0	
29.	20.2	0,4	11,8	
30.	20.7	0,5	14.5	
Mai 1.	21,4	0.7	15.8	
2.	22.7	1.3	16.5	
3.	24,3	1.6	16.2	
4.	25.7	1.4	15.8	
5.	27.6	1.9	15,7	
6.	29.5	1.9	14.8	
7.	32.0	2.5	14.1	
8.	35.2	3.2	15,5	
9.	38.7	3,5	17,6	
10.	46.0	7.3	15.7	
11.	53.6	7,6	16.4	Fruchtköpfchen öffnet sich, und der größte Teil der Früchte wird schon nachmittags zerstreut.
12.	60,0	6.4	19.6	
13.	61.2	1.2	19.6	
14.	61.8	0.6	11.3	
15.	61.8	0.0	16.0	

Tabelle 3.

Taraxacum officinale albiflorum: im Botanischen Garten der Kais. Universität zu Tokyo.

Tägliche Messungen vom 23. April bis 18. Mai 1900.

Datum	Länge in cm	Zuwachs	Mittl. Temperatur C.	Bemerkungen.
April 23.	9.0	—	—	
24.	10.8	1,8	10.6	
25.	13.2	2,2	11.1	
26.	15,8	2.4	11.0	
27.	19.5	3.7	10,9	
28.	23.8	4,3	12.0	
29.	27.0	3.2	11.8	Blüten geöffnet.
30.	29,8	2.8	14.5	

Datum	Länge in cm	Zuwachs	Mittl. Temperatur C.	Bemerkungen.
Mai 1.	31,2	1,4	15,8	
2.	31,8	0,6	16,5	
3.	32.0	0.2	16,2	
4.	32.2	0,2	15,8	
5.	32.4	0,2	15,7	
6.	32.8	0,4	14.8	
7.	33.8	1,0	14,1	
8.	35.2	1,4	15,5	
9.	36.0	0,8	17,6	
10.	38,0	2.0	15,7	
11.	39,7	1,7	16,4	
12.	44.5	4.8	19,6	
13.	49.8	**5,3**	19,6	Fruchtköpfchen geöffnet.
14.	54.5	4.7	11,3	
15.	58.0	3,5	16,0	
16.	59.0	1,0	15.9	
17.	59.5	0,5	—	
18.	59.5	0.0	—	

Tabelle 4.

Taraxacum officinale glaucescens: im Botanischen Garten der Kais. Universität zu Tokyo.

Tägliche Messungen vom 23. April bis 17. Mai 1900.

Datum	Länge in cm	Zuwachs	Mittl. Temperatur C.	Bemerkungen.
April 23.	4.5	—	—	
24.	5.3	0.8	10.6	
25.	7.3	2.0	11.1	
26.	9.7	2.4	11.0	
27.	12,0	2.3	10,9	
28.	14.7	2,7	12,0	Blüten geöffnet.
29.	16.3	1,3	11.8	
30.	17.7	1.4	14.5	
Mai 1.	18.5	0.8	15.8	
2.	19.0	0,5	16,5	
3.	20,0	1,0	16.2	
4.	20,5	0.5	15,8	
5.	21.2	0.7	15.7	
6.	22,2	1,0	14.8	
7.	23.5	1.3	14.1	
8.	26,0	2,5	15.5	
9.	27.5	1.5	17,6	
10.	30,0	2,5	15.7	
11.	33.3	3.3	16.4	
12.	38,0	4.7	19.6	
13.	43,0	**5,0**	19,6	
14.	46.5	3.5	11.3	Fruchtköpfchen geöffnet.
15.	48.0	1.5	16.0	Die Früchte haben sich zerstreut.
16.	48.6	0.6	15.9	
17.	48.6	0.0	—	

Tabelle 5.

Taraxacum officinale: Im Gewächshaus der Cornell-Universität.
Tägliche Messungen vom 4. bis 25. November 1900.

Datum	Länge in cm	Zuwachs	Temperatur	Bemerkungen.
Novbr. 4.	24,2	—	Nach den Beobachtungen des Obergärtners, Herrn R. Shore, schwankt die Temperatur im Gewächshaus zwisch. 13°—16° C. während der Nacht und 18°—21° C. während des Tages.	Blüten geöffnet.
5.	26.1	1.9		
6.	27.2	1.1		
7.	27.7	0.5		
8.	27.7	0.0		
9.	28.0	0.3		
10.	28.3	0,3		
11.	28.5	0.2		
12.	28.8	0,3		
13.	29.0	0.2		
14.	29.3	0.3		
15.	29.4	0.1		
16.	30.0	0.6		
17.	30.3	0.3		
18.	31.3	1.0		
19.	32.7	1.4		
20.	35.3	2.6		
21.	38.8	3.5		
22.	42,0	3.2		
23.	44,0	2.0		Fruchtköpfchen öffnet sich.
24.	45,0	1.0		
25.	45.5	0.5		

Tabelle 6.

Taraxacum officinale: In der Umgebung der Cornell-Universität.
Tägliche Messungen vom 21. Mai bis 4. Juni 1902.

Datum	Länge in cm	Zuwachs	Mittl. Temperatur (C.[1])	Bemerkungen.
Mai 21.	19.5	—	20.0	
22.	23.5	4.0	17.2	Blüten geöffnet.
23.	25.5	2.0	12.2	
24.	25.8	0.3	11.7	
25.	26.7	0.9	13.3	
26.	27.7	1.0	13.3	
27.	28.5	0.8	20.0	
28.	28.8	0.3	18.9	
29.	28.9	0.1	9.4	
30.	30.0	1.1	10.0	
31.	31.8	1.8	9.4	
Juni 1.	36.0	4.2	13.9	
2.	43.8	7.8	15.6	
3.	48.7	4.9	16.7	Die Früchte werden gegen 1 Uhr zerstreut.
4.	49.3	0.6	16.7	

[1]) Nach Beobachtungen des Meteorologischen Observatoriums der Cornell-Universität.

Wie man sieht, findet das Längenwachstum des Schaftes zuerst mit zunehmender Geschwindigkeit statt, bis der maximale Zuwachs einige Tage vor dem Blühen erreicht ist. Dann wächst der Schaft langsamer, und ist der tägliche Zuwachs während der Blütezeit und der ersten Periode der Samenentwickelung, welche etwa eine Woche dauert, sehr gering. Endlich fängt der Schaft wieder mit zunehmender Geschwindigkeit an zu wachsen, bis er den Maximal-Zuwachs erreicht hat; dann öffnet sich das Fruchtköpfchen, und es findet die Zerstreuung durch den Wind statt. Nach der Fruchtzerstreuung kann man noch einen kleinen Zuwachs des Schaftes feststellen (vgl. Tab. 1, 2, 4 u. 6), doch nach einigen Tagen verwelkt zuerst die Spitze, und schließlich geht der ganze Schaft zugrunde.

Die ganze Entwickelung des Blütenschaftes, von seinem ersten Erscheinen über der Erde an bis zum Ende seines Wachstums, dauert etwa 3—4 Wochen. Wir können hierbei folgende drei Stadien unterscheiden:

Erstes Stadium. Vom ersten Erscheinen des Schaftes bis zur Mitte der Blütezeit[1]). Dieses dauert etwa 7—10 Tage[2]). Während dieser Zeit erreicht der Schaft den dritten Teil bis zur Hälfte der ganzen Länge (Taf. 21, Fig. 1—3).

Zweites Stadium. Während der letzten Hälfte der Blütezeit und der ersten Periode der Samenentwickelung. Das Längenwachstum findet sehr langsam statt, und zwar verlängert sich der Schaft während der ganzen Zeit, welche gewöhnlich 6—8 Tage dauert, nur um $^{1}/_{10}$ der ganzen Länge oder noch weniger. Nach

[1]) Nach meinen Beobachtungen dauert die Blütezeit von *Taraxacum officinale* 3—4 Tage. Meine Beobachtungen stimmen mit denjenigen früherer Forscher überein. So schreibt Schwere (Zur Entwickelungsgeschichte der Frucht von *Taraxacum officinale* Web. - Flora. Bd. 82. 1896. p. 63): „Zur Beantwortung der Frage, wie oft der Blütenstand sich öffnen muß, um die Fremdbestäubung aller seiner Blüten zu sichern, wurden Beobachtungen an vielen Stöcken und an verschiedenen Standorten gemacht, und es läßt sich als Mittel drei Tage angeben. Bei günstigem, sonnigem Wetter waren am 3. Tag fast durchweg alle Einzelblüten geöffnet; das Köpfchen blieb am 4. Tag geschlossen und begann zu verwelken.“ Lubbock macht in seinem Buch „Flowers, fruits and leaves“ (p. 50) die Bemerkung: „in the Dandelion, the flower-stalk is upright while the flower is expanded, a period which lasts for three or four days“.

[2]) Die verschiedenen Stadien resp. die ganze Entwickelungsperiode werden um so schneller durchlaufen, je günstiger die Temperatur und andere äußere Bedingungen sind. Bei günstigem Wetter, im frühen Sommer, kann der Schaft seine ganze Entwickelung schon in 20 Tagen oder weniger durchmachen, dagegen braucht er unter ungünstigen Bedingungen manchmal über 30 Tage. Schwere (l. c. p. 65) bemerkt: „Zur Feststellung der Entwickelungsdauer von der ersten Anthese bis zur Aussaat der Frucht habe ich an verschiedenen Standorten und zu verschiedenen Zeiten Stöcke markiert. In zwei Fällen konnte ich 19 resp. 20 Tage bis zum ausgereiften Stadium konstatieren, in einem dritten Falle dagegen bedurfte der Fruchtknoten bis zur Aussaat der Frucht nur 17 Tage. Die auffällige Verspätung bei den ersten Objekten muß dem inzwischen eingetretenen zweitägigen Regenwetter und der dadurch ungünstig beeinflußten Anthese zugeschrieben werden“.

dem Blühen krümmt sich der Schaft mehr oder weniger und nimmt allmählich etwas an Dicke zu (Fig. 1—2).

Drittes Stadium. Vom Anfang des neuen energischen Längenwachstums bis zum Ende desselben. Dieses Stadium dauert etwa 7—10 Tage: während dieser Zeit wird der Schaft zwei- oder dreimal so lang wie in der Blütezeit (Fig. 1—4). Schon am Anfang dieses Stadiums nimmt der gekrümmte Schaft wieder eine mehr oder weniger gerade Gestalt an, und, rasch an Länge zunehmend, hebt er sich empor, bis er eine senkrechte Stellung erlangt hat (Fig. 1 u. 4).

Der Längenzuwachs in den drei verschiedenen Stadien sowie die Gesamtlänge am Ende der ganzen Entwickelungsperiode bei den 12 beobachteten Pflanzen ist als Beispiel in den folgenden Tabellen angegeben:

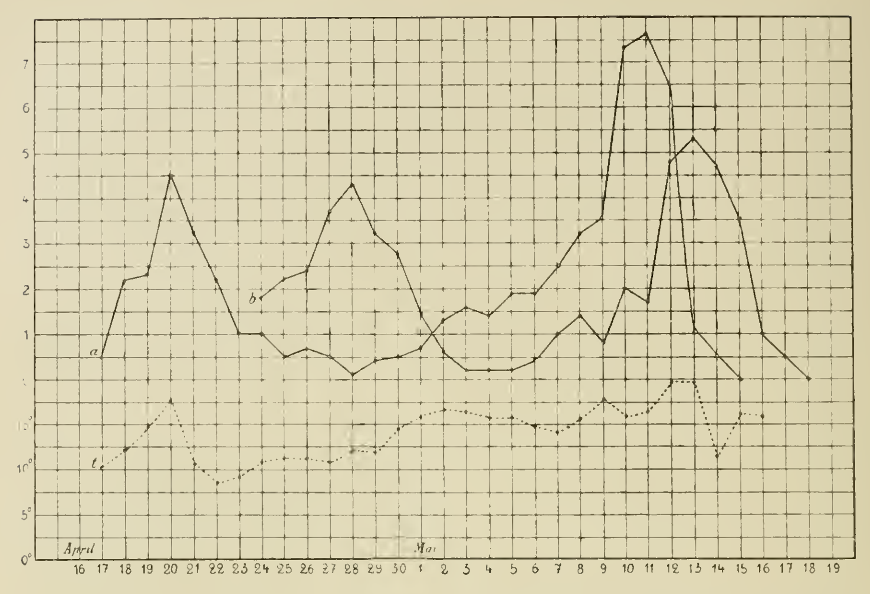
Tabelle 7.

Pflanzen	Längenzuwachs im I. Stadium	Längenzuwachs im II. Stadium	Längenzuwachs im III. Stadium	Gesamt-Länge
Taraxacum officinale glaucescens (Tabelle 1)	20.8	2,9	14.9	38.6
Taraxacum officinale glaucescens .	27,5	5,5	20.8	53.8
„ „ „ (Tab. 4)	17,7	4.5	26,4	48.6
„ „ „	15,2	3.8	18.5	37.5
„ „ „	14.8	2.4	28,4	45.6
Taraxacum officinale albiflorum (Tab. 2)	18.0	2.6	40.4	61.8
Taraxacum officinale albiflorum (Tab. 3)	31,2	5.0	25.7	59.5
Taraxacum officinale albiflorum . .	30.2	5.0	28.5	63.7
Taraxacum officinale (Tab. 5). . .	27.5	3,1	15.2	45.5
„ „ (Tab. 6). . .	25.2	3.4	20.4	49.3

Wenn man die Zeit als Abszissen und den entsprechenden täglichen Zuwachs als Ordinaten annimmt, so erhält man eine Kurve, welche zwei Maxima besitzt, das eine Maximum im ersten, das andere im dritten Stadium und dazwischen ein Minimum im zweiten Stadium (Textfigur). Wie man in der Figur sieht, läuft diese Kurve ziemlich unabhängig von der Temperaturkurve.

Der maximale tägliche Zuwachs im ersten und dritten Stadium von 12 Schäften wird in der Tabelle 8 dargestellt. Wie man in der Tabelle sehen kann, ist der größte tägliche Zuwachs in meinen ganzen Beobachtungen im ersten Stadium 8,9 cm und im dritten Stadium 10 cm.

Um die Verteilung des Wachstums im Schaft zu bestimmen, habe ich auf den verschiedenen Schäften im Beginn des dritten Stadiums Tuschmarken gezeichnet, welche je 1 cm voneinander entfernt waren, und dann den Zwischenraum von einer Marke zur



In dieser Figur ist die Zeit (1 Zwischenraum = 1 Tag) auf der Abszissenachse aufgetragen, während der entsprechende tägliche Zuwachs (2 Zwischenraum = 1 cm) und die tägliche Mitteltemperatur (2 Zwischenraum = 5° C.) als Ordinaten aufgetragen sind. Kurve *a* und *b* sind nach Tabelle 2 resp. 3 eingetragen. Kurve *t* zeigt die Schwankung der täglichen Mitteltemperatur.

Tabelle 8.

Pflanzen	Max. tägl. Zuwachs im I. Stadium	Max. tägl. Zuwachs im III. Stadium	Bemerkungen.
Taraxacum officinale glaucescens (Tab. 1)	—	4.5*	*) Die Messung fing erst nach dem max. tägl. Zuwachs im I. Stadium an.
„ „ „		6.7*	
„ „ „ (Tab. 4)	2.7	5.0	
„ „ „	3.9	3.3	
„ „ „	3.7	6.5	
„ * „	7.1**	—	
Taraxacum officinale albiflorum (Tab. 2)	4.5	7.6	**) Die Köpfchen wurden vor der Fruchtreife verletzt.
„ „ „ (Tab. 3)	4.3	5.3	
„ „ „	4.0	6.7	
Taraxacum officinale	—	7.8*	
„ „	8.9**	—	
„ „	8.0	**10.0**	

andern täglich gemessen. Ich habe gefunden, daß das Längenwachstum nur im obern Teil des Schaftes stattfindet und die Zone des Maximal-Zuwachses nahe an der Spitze liegt. In der nachstehenden Tabelle will ich eine von diesen Messungen angeben:

Tabelle 9.

Taraxacum officinale glaucescens.

Tägliche Messungen vom 15. bis 21. Mai 1900.

Datum / Zone	15	16	17	18	19	20	21	Bemerkungen.
(Spitze) I	1.0	1.25	1,6	2.3	4,0	6.0	7.2	1. Der Schaft war am 15. ca. 35 cm lang, und die Wachstumszone ist auf die obern 15 cm beschränkt.
II	1,0	1.25	1,6	2,5	4.3	5,8	6.3	
III	1.0	1.2	1.6	2.5	3.5	4.2	4.3	
IV	1,0	1.2	1.55	2.3	3.0	3.2	3,2	
V	1.0	1.2	1.55	2.1	2,6	2.6	2.6	
VI	1,0	1,2	1,55	2.0	2.2	2.2	2.2	2. Vom 16. an ist die obere Wachstumszone vom nichtwachsenden Teil durch eine Querlinie getrennt.
VII	1.0	1,2	1,5	1.8	1.8	1.8	1.8	
VIII	1.0	1.2	1,5	1,6	1.6	1.6	1.6	
IX	1.0	1,2	1,45	1.45	1.45	1,45	1.45	
X	1.0	1,2	1,4	1.4	1,4	1.4	1.4	
XI	1,0	1.2	1,3	1.3	1.3	1.3	1,3	
XII	1,0	1,15	1.2	1.2	1,2	1,2	1.2	3. Am 18. öffnet sich das Fruchtköpfchen und die sämtlichen Früchte haben sich am 20. zerstreut.
XIII	1,0	1.1	1,1	1.1	1.1	1.1	1.1	
XIV	1.0	1,1	1,1	1.1	1.1	1.1	1.1	
XV	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1,1	
XVI	1.0	1.0	1,0	1,0	1.0	1.0	1.0	
Gesamtlänge	16,0	18.75	22,1	26,75	32,65	37,05	38,85	

Dieses merkwürdige Wachstum des Blütenschaftes von *Taraxacum* hat große biologische Bedeutung. Der Schaft bleibt verhältnismäßig kurz während der Blütezeit und der ersten Periode des Samenreifens; besonders in der letzteren besitzt er in vielen Fällen eine geringere Höhe durch die Krümmung[1]), so daß Beschädigung durch Wind, Regen usw. zum größten Teile vermieden wird. Dann nimmt er kurz vor der Zerstreuung der Früchte wieder eine aufrechte Stellung an und wächst energisch mit zunehmender Geschwindigkeit doppelt oder dreimal so hoch wie in der Blütezeit, so daß der Wind die Früchte in ausgiebigster Weise zerstreuen kann.

Die Tatsache, daß der Schaft noch nach dem Verblühen an Länge zunimmt, ist schon von verschiedenen Beobachtern bemerkt worden. Vöchting schreibt in der unten zitierten Arbeit[2]): „Nun entfaltet sich das Köpfchen, schließt sich nach

[1]) Ich möchte hier darauf aufmerksam machen, daß, wie schon von Vöchting (Die Bewegungen der Blüten und Früchte. Bonn 1882. p. 177—178) gezeigt wurde, die Pflanze, welche an sonnigen Orten, besonders auf magerem, steinigem Boden wächst, oft ihren Blütenschaft mehr oder weniger in horizontale Lage bringt. Doch kurz vor der Zerstreuung der Früchte nimmt der Schaft eine vertikal-aufrechte Stellung ein.

[2]) l. c. p. 178.

dem Verblühen wieder und behält die angenommene Lage während der ganzen Fruchtentwickelung bei; nur erfährt der Stiel dabei ein mehr oder minder weitgehendes Längenwachstum (Taf. II. Fig. 10). — Naht aber die Samenreife, dann erhebt sich derselbe rasch, auch jetzt an Länge zunehmend, bis er eine vertikal-aufrechte Stellung erlangt hat. In dieser Lage entfalten die Früchte ihren Pappus, und vertrocknet der Stiel." Lubbock[1]) sagt: „Here the flower-stalk stands more or less upright while the flower is expanded, a period which generally lasts for three or four days. It then lowers itself, and lies more or less horizontally and concealed during the time the seeds are maturing, which in our summers occupies about twelve days. It then again rises, and, becoming erect, facilitates the dispersion of the seeds, or, speaking botanically, the fruits, by the wind." Pammel[2]) bemerkt: „When fertilized the „flower stem" contracts, ripens its „seed" and elongates when ripe so that the „seed" may be distributed." Atkinson[3]) äußert sich, wie folgt: „Did you ever notice that where the lawn is mowed many of the dandelions have such short stems that the flower head is below the lawn mower? Then see how these same short stems will grow much longer just as the seeds are ready to be scattered, so that they are lifted above the grass where the wind may catch hold of them easily."

Ähnliche Verlängerung des Blütenschaftes hat schon Ule[4]) an einigen brasilianischen Pflanzen beobachtet. Bei *Wullschlaegelia Ulei*, einer saprophytischen Orchidee, „besteht der traubige Schaft aus ungefähr 1 bis 6 Blüten, die ganz kurz gestielt sind; dann aber nach der Befruchtung verlängern sich die Blütenstiele oft bis über 1 dcm, aber auch nur diese, denn die unbefruchteten bleiben unverändert." Er hat auch die Verlängerung des Blütenschaftes nach dem Verblühen bei *Chevreulia acuminata*, einer Composite, beobachtet. Ule schreibt weiter: „Eine gewisse Verlängerung des Schaftes kommt bei vielen Compositen vor, in geringem Grade selbst bei deutschen Arten, und eine zwei- bis dreimalige bei der häufigen *Chaptalia nutans* Hemst." Er gibt als letztes Beispiel hierfür *Utricularia nelumbifolia* an, dessen ganzer Blüten- resp. Fruchtstand sich verlängert, um den Samen besser ausstreuen zu können.

[1]) Lubbock, Sir J. (Lord Avebury): Flowers, fruits and leaves. London 1886. (aus Auflage 1900) p. 52.

[2]) Pammel, L. H.: Ecology. Carroll, Iowa. 1903. p. 200.

[3]) Atkinson, G. F.: First studies of plant life. Boston, 1901. p. 181—182.

[4]) Ule, E.: Über Verlängerung der Achsengebilde des Blütenstandes zur Verbreitung der Samen. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 14. 1896. p. 255—260.)

Vöchting[1] hat die Verlängerung des Schaftes nach dem Verblühen bei *Tussilago Farfara* beobachtet. Er schreibt: „Gegen Ende der Blütezeit oder jedenfalls bald nachher beginnt ein erhebliches Längenwachstum des Stieles, während dessen er sich allmählich an seiner Spitze abwärts krümmt, so daß er endlich einen weiten Bogen bildet und das geschlossene Köpfchen senkrecht nach unten hängt. In dieser Lage verharrt dasselbe, bis die Samenreife herannaht. Sobald dies geschieht, richtet sich der Stiel wieder auf und nimmt eine senkrechte Lage an. Jetzt öffnet sich der Hüllkelch, die Pappus entfalten sich, und eine selbst nur mäßige Luftbewegung führt die Samen davon." Ich habe auch das Wachstum einiger Blütenschäfte derselben Pflanze genau beobachtet und die Längenzunahme täglich gemessen. Meine Beobachtungen haben nicht nur die Angaben Vöchtings bestätigt, sondern auch einen interessanten Wachstumsvorgang ergeben, über welchen ich anderswo genauer berichten werde.

Eine etwa analoge Erscheinung hat Carnoy[2] an einem Schimmelpilze *Phycomyces nitens* zuerst konstatiert, und später wurde sie von Errera[3] genau untersucht. Bei diesem Pilz hört das Längenwachstum des Fruchtträgers, während sich an dessen Spitze die Sporen entwickeln, vollständig auf, nachher aber wächst er mit erneuerter Energie bis zu seiner vielfachen Länge. Denselben Wachstumsvorgang hat Brefeld bei den Sporangiumträgern von *Mucor Mucedo*[4] und *Pilobolus anomalus*[5] beobachtet.

Botanisches Institut, Bonn. Nov. 1903.

Erklärung der Tafel.

Die sämtlichen Figuren sind nach photographischen Aufnahmen hergestellt. Fig. 1 ist im Freien photographiert, während die andern 3 Aufnahmen (Fig. 2—4), nachdem die Pflanzen mit der umgebenden Erde ausgehoben waren, im Zimmer gemacht sind.

Fig. 1. *Taraxacum officinale.* Der eine von 6 Schäften ist in der Blüte. 2 etwas gekrümmte Schäfte links vom blühenden Schaft sind einige Tage nach dem Verblühen, d. h. ungefähr in der Mitte des II. Sta-

[1]) Vöchting, H., Die Bewegungen der Blüten und Früchte. 1882. p. 124—125.

[2]) Carnoy, J. B., Recherches anatomiques et physiologiques sur les Champignons. (Bull. de la Soc. Roy. de Bot. de Belg. T. 9. 1870. p. 157—321.)

[3]) Errera, L., Die große Wachstumsperiode bei den Fruchtträgern von *Phycomyces.* (Bot. Zeit. Bd. 42. 1884. p. 498.)

[4]) Brefeld, O., Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. Heft I. 1872. p. 12—13.

[5]) Id.: ibid. Heft IV. 1881. p. 62.

diums. Der rechts vom blühenden Schaft stehende etwas höhere Schaft ist im Anfang des III. Stadiums. Von 2 in der Mitte aufrecht stehenden Schäften hat der eine soeben seine pappusbesetzten Köpfchen geöffnet, und der andere hat schon seine Früchte zerstreut.

Fig. 2. *Taraxacum officinale glaucescens.* Man sieht 5 Schäfte im Blühen. 2 Schäfte mit geöffneten Fruchtköpfchen. Ein gekrümmter Schaft, welcher ganz niedrig links vom größeren fruchttragenden Schafte steht, ist im II. Stadium. Zur rechten Seite des kleineren Fruchtschaftes sieht man einen ganz kleinen Schaft, welcher im Anfang des I. Stadiums ist.

Fig. 3. *Taraxacum officinale glaucescens.* In der Mitte steht der ausgewachsene Schaft mit einem geöffneten Fruchtköpfchen. Die 5 kleinen Schäfte befinden sich entweder gerade in der Blütezeit oder direkt nach dem Verblühen. 3 Schäfte davon sind etwas verwelkt vor der photographischen Aufnahme.

Fig. 4. *Taraxacum officinale albiflorum.* Alle Schäfte sind im III. Stadium. Der mittlere Schaft hat sein Fruchtköpfchen geöffnet und erwartet Wind, um die Früchte zu zerstreuen. 4 andere werden wahrscheinlich in einigen Tagen auswachsen zu ungefähr derselben Höhe wie der erste, bevor sie ihre Früchte aussäen.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.



Die Vegetationsverhältnisse des tertiären Beckens von Veselí, Wittingau und Gratzen in Böhmen.

Von

Karl Domin,
Assistent der Botanik an der k. k. böhmischen Universität in Prag.

(Fortsetzung).

12. Die Waldformationen.

Die Wälder sind besonders in dem nördlichen Teile des Gebietes (wo sie selten große zusammenhängende Flächen einnehmen) Kiefernwälder; südlicher werden die großen Waldkomplexe schon meist von Fichtenwäldern gebildet, denen mitunter Tannen, die manchmal kleinere Bestände inmitten der dunklen Fichtenwaldungen bilden (sie werden aber immer seltener), sowie auch Rotbuchen eingestreut sind. Auch schöne Buchenwälder (nicht in großer Ausdehnung) stellen sich ein. Betrachten wir Wittingau als ein typisches Beispiel der Kiefernwälder und Gratzen der Fichtenwaldungen, so können wir dem entsprechend ihre ungleiche Flora studieren. Die Eichenbestände, die im Gebiete, besonders dort, wo Kiefern vorwalten, nicht gerade selten sind, haben keine eigenartige Flora, sondern kommen der Kiefernwaldflora sehr nahe. Sie unterscheiden sich von derselben hauptsächlich dadurch, daß sie um einige Frühjahrs- und Sommerblütler reicher sind, was mit dem leichtern Zutritt der Sonnenstrahlen in den locker stehenden Eichenwäldern zusammenhängt.

1. Die Formation der Kiefernwälder herrscht als ein natürlicher Pflanzenverein auf ziemlich trockenem bis mäßig feuchtem Sandboden und zeichnet sich in der Regel durch eine überaus arme, aus wenigen, sich bis zum Überdruß wiederholenden Arten zusammengestellte Flora aus. Entweder sind es die *Vaccinium*-Arten, besonders die Heidelbeere, die lange Strecken bedeckt, oder es sind die prachtvollen Bestände der *Pteris aquilina*, welche durch die langgestreckten, dichotomisch geteilten Rhizome rasch große Flächen durchsetzt, für die ganze Gegend durch ihr massenhaftes Vorkommen charakteristisch ist und sogar als ein lästiges Ackerunkraut (besonders in den Kartoffelfeldern) erscheinen kann. Anderswo kommen wieder große *Rubus*-Bestände zutage; sie bilden ausgedehnte Dickichte, die nur schwer durchdringbar sind.

Eine wahre Zierde der sandigen Kiefernwälder sind die nur stellenweise vorkommenden Kolonien der prachtvollen *Chimo-*

phila umbellata: sonst sind nur *Pirola minor, rotundifolia, secundiflora* und sehr selten auch *chlorantha* vorhanden.

Auf andern Plätzen überwiegen Gräser, die natürlich, entsprechend dem Waldschatten, nie geschlossenen Grasrasen bilden: dieselben kommen nur auf kleinen Lichtungen zum Vorschein. Von den Gräsern ist wiederum *Nardus, Deschampsia flexuosa, Danthonia, Calamagrostis arundinacea, Halleriana, Festuca rubra, ovina* zu nennen.

Cytisus biflorus ist ein seltener Zwergstrauch der Kiefernwälder im Gebiete; viel häufiger ist *C. nigricans*, der auch in die offenen Formationen (z. B. in die Heiden) übergeht.

Manchmal durchdringen zahlreiche Bäche die Kiefernwälder, und dann ist ihre Flora nicht so xerophil. In solchen Fällen herrschen die Farnkräuter, die besonders längs den Bächen wuchern und mit den Arten der Uferflora sich verbinden.

2. Die Formation der Fichtenwälder. Die Fichtenbestände treten oft auf totem Moor auf und haben entweder gar keinen Unterwuchs (so besonders in dunkeln, jüngern Waldungen) oder eine arme, manchmal aber sehr üppige Vegetation. Nicht selten bergen sie kleine *Sphagnum*- und *Polytrichum*-Inseln, die mitunter auch mehrere Repräsentanten der Moosmoore, so z. B. *Oxycoccos, Vaccinium uliginosum, Drosera rotundifolia, Viola palustris* enthalten. Daß selbe auch unter günstigen Umständen ein neues Waldmoosmoor erzeugen würden, habe ich im Gebiete nirgends beobachtet. Manchmal beherbergen solche Fichtenwaldungen auch eine schöne Bruchwaldflora, die sich gleichfalls im Unterholz (*Frangula Alnus, Prunus Padus, Rubus Idaeus*) kundgibt. Der Torf ist in manchen Fällen von dem Waldhumus tief durchdrungen. Ja manchmal sieht man, daß sich in den tiefer liegenden Torfschichten viel Humus befindet, was der Einwirkung des Regenwassers zuzuschreiben ist.

Die Fichtenbestände in der Umgebung von Soběslau, Veselí, Lomnic und Wittingau sind eigentlich kein natürlicher Pflanzenverein, da sie ihrem Unterwuchse nach bald als eine „Fichtenheide mit Vorherrschen von Vaccinien“, bald als ein „Bruchwald“, mitunter als ein Waldmoor etc. bezeichnet werden müßten. Nur stellenweise kommen auch Wälder vor, die ziemlich gut den Fichtenwäldern des obern hercynischen Hügellandes entsprechen: daselbst kommt z. B. *Lactuca muralis*, vereinzelt und schwach blühend *Prenanthes purpurea*, häufiger *Lycopodium annotinum* und als Ausläufer der montanen Flora auch *Blechnum Spicant, Soldanella montana* und *Rosa alpina* vor. Aber trotzdem fehlt hier eine ganze Reihe von Charakterarten der hercynischen Fichtenwälder; es genügt, darauf hinzuweisen, daß auch *Luzula albida* daselbst sehr selten ist. Ganz anders gestalten sich diese Verhältnisse hinter St. Magdalena und Šalmanovic gegen Gratzen, wo die Fichtenwälder als eine natürliche Formation schon einen ausgeprägten Charakter tragen, und wo bereits alle Repräsentanten des Fichtenunterwuchses mit zahlreichen montanen Arten vorhanden sind. Näheres darüber folgt

später, wo auch über die weitere Umgebung von Gratzen, wo die Berge auch schon über 1000 m hinaufsteigen, kurz berichtet wird. Natürlich gehört nur ein Teil dieser Gegend zu unserm Gebiet.

Hier sei noch das aus dem Theresientale bei Gratzen angegebene *Doronicum caucasicum* (= *eriorhizon*, *orientale*) erwähnt. Es wurde zuerst von Kaplan Šavel entdeckt und später Herrn Křížek übergeben, unter dessen Leitung im Jahre 1885 Čelakovský die Lokalität besuchte und sich der Ansicht hinneigte, daß hier dieses *Doronicum*, das besonders in 3 verschiedenen Gehölzen reichlich vorkommt und auch zahlreich blüht, wildwachsend ist und analog der *Anthemis montana* einen weit nordwestlich vorgeschobenen Posten der orientalischen Flora vorstellt. Dies ist aber nicht nur höchst unwahrscheinlich, sondern fast ausgeschlossen, da sich erstens das *Doron. caucasicum* wildwachsend als eine orientalische Art einen ganz andern Standort wählen würde als dieses hercynische Tal. Vielmehr wurde es daselbst vor langen Jahren kultiviert, da wie Čelakovský Result. 1886, 39 selber gesteht, das ganze Tal einen parkartigen Anstrich hat. Das massenhafte Vorkommen dieser Pflanze könnte man besser durch die äußerst leichte vegetative Verbreitung derselben mittels der langen, an der Spitze fleischig knollig verdickten und daselbst auch eine Grundrosette bildenden Ausläufer (wie bei *Dor. Pardalianches*) erklären. Es kommt ja beispielweise auch der nordamerikanische *Rubus odoratus* in dem Tale „wie wild" vor.

13. Das Kulturland.

Das Wittingauer Becken ist als eine Gegend mit rauhem und kaltem Klima, mit ausgedehnten Mooren, Teichen, Heiden und Sandfluren für den landwirtschaftlichen Betrieb wenig geeignet. Hafer, Lein und Kartoffeln sind die drei wichtigsten Kulturgewächse des ganzen Gebietes; von ihnen genießen namentlich die Kartoffeln einen guten Ruf, da ihnen der Sandboden sehr zuträglich ist, und da sie auf demselben selbst im hiesigen rauhern Klima nicht allzu empfindlich sind und, sobald sie die Spätfröste glücklich überstanden haben, zu einer ansehnlichen Knollenfrucht von ausgezeichneter Qualität gedeihen. Auch Gerste, zumeist als Sommerfrucht mit kurzem Vegetationsverlauf wird nebst Roggen gebaut, hingegen wird der Weizen, dem das rauhe Klima nicht zusagt, wenig kultiviert. Der Sandboden, auch wenn er gedüngt wird, ist dem Getreidebau nicht günstig, und namentlich, wenn ein trockenes Jahr sich einstellt, pflegen der Roggen und die Gerste sehr mager zu sein. Weit nahrhafter ist der torfigsandige Boden, auf dem wir bei rationellem Betrieb oft sehr schöne Felder erblicken.

Auch der Obstbau wird beinahe gar nicht gepflegt, und ähnlich wie in den rauhern Teilen des Brdygebirges erblicken wir auch hier beinahe keine Obstanlagen. Überdies hat das hier

gepflegte Obst (Kirschen, Äpfel, Birnen, Zwetschken) eine mindere Qualität und reift spät. Die Weinrebe, Pfirsiche und Aprikose kann man hier überhaupt nicht pflanzen[1]).

Von den Futterpflanzen wird neben dem gewöhnlichen Rotklee auch der weiße Klee (*Trifolium hybridum*), die Wicke, der gemeine Wundklee (*Anthyllis Vulneraria*), *Lupinus luteus* (selten), der Luzernerklee und Mais als Grünfutter und einige Gemengsel (z. B. Erbsen mit Wicke) gesät. Der Wundklee erscheint nicht selten an den benachbarten Rainen verwildert.

Dem Inkarnatklee, der hier und da gesät wird, schlägt der Sandboden ebenso wie der gebauten Esparsette vorzüglich an.

Die Kulturwiesen wurden schon früher erwähnt; zumeist müssen sich aber die Landwirte mit schlechtem und magerm Gras der sauren Wiesen oder auch der Heidemoore und der Grasheiden begnügen.

Als Seltenheit kommt bei Wittingau ein ausgedehnter Hopfengarten vor, der aber nur einen minderwertigen Hopfen liefert.

Die Ruderalpflanzen und die Feldunkräuter zeigen kaum etwas Bemerkenswertes. *Malva pusilla* im nördlichern Teile des Gebietes, *Atriplex roseum* (daselbst) sind nebst *Atr. nitens* in Wittingau die interessantesten. Auch *Vicia villosa* kommt mit *Euphrasia Odontites* im Gebiete nicht selten vor. Überdies sind z. B. von den Ackerunkräutern *Lepidium ruderale*, *Linaria minor* und besonders, da der Lein ziemlich häufig kultiviert wird, das *Lolium remotum* (auch die var. *aristatum* [= *Lol. asperum*] kommt vor) zu nennen. Weiter ist das *Ornithogalum umbellatum* (s. Abt. II) und hinter den Grenzen des Gebietes bei Gratzen das *Muscari comosum* in den Feldern erwähnenswert. Der gefleckte Schierling (*Conium maculatum*) kommt in den Dörfern des ganzen Gebietes zertreut vor.

Interessanter wird die Liste der im Gebiete beobachteten Adventivpflanzen, seien es schon Ackerunkräuter oder zufällig eingeschleppte Pflanzen. Wir nennen folgende:

1. *Galinsoga parviflora*, aus Peru stammend. Eng hinter den Grenzen des Gebietes bei Chlumec, im Jahre 1880 in Menge (Oborný) und im Jahre 1884 (Křížek) beobachtet. Bei der Gemeindemühle bei Wittingau im Jahre 1903 nicht häufig (Domin).

2. *Ranunculus Steveni*, aus Südeuropa stammend, wurde bei Wittingau auf einer Wiese in der Nähe der Stadt von Křížek im Jahre 1882 beobachtet, zum erstenmale im Böhmen, seither aber öfters anderwärts.

3. *Inula Helenium*. Bei Lomnic verwildert (Hansgirg 1883).

[1]) Natürlich werden hier zahlreiche Beerenfrüchte gesammelt, so unter anderen die Moosbeere (*Oxycoccos palustris*), in der Volkssprache „mechnice", welche in der Wittingauer Gegend ähnlich wie die Preiselbeere eingekocht wird. Daselbst wird auch das *Ledum palustre* als Mittel gegen Motten gesammelt; das erste Jahr werden seine Zweige geschnitten, und in dem darauffolgendem Jahre treibt es von unten aus, und da wird es ganz ausgerissen. Deshalb wird es bei Wittingau immer seltener.

4. *Stenactis annua* (aus Nordamerika), im Wiesengebüsch bei St. Aegid bei Wittingau (Weidmann 1884).

5. *Lepidium perfoliatum*, eine pontische Art, wurde bei dem Bahnhof bei Wittingau im Jahre 1884 von Šavel gefunden.

6. *Cerefolium sativum (leiospermum)*. Wittingau: Bei den Scheuern (Weidmann 1884).

7. *Thlaspi perfoliatum*. Im Park bei Wittingau einige Exemplare (Weidmann im Jahre 1890), natürlich nur eingeschleppt.

8. *Ornithopus sativus*, Serradella, aus Spanien und Frankreich stammend, wurde an einer Wiese an der Haltestelle der Eisenbahn in Wittingau von Weidmann im Jahre 1890 zahlreich gefunden.

9. *Vicia villosa* und *Salvia verticillata* im Hofe der Dampfmühle bei Wittingau eingeschleppt (Weidmann 1890).

10. *Lupinus luteus* (aus Südeuropa), an der Südseite des Svět-Teiches bei Wittingau in der Formation des nackten Teichbodens, mit *Litorella*, sehr viel (Domin 1903).

11. *Phacelia tanacetifolia* (aus Kalifornien) wurde im Juni 1891 sehr zahlreich am Rande eines ausgeworfenen Grabens unter dem Svět-Teiche bei Wittingau von Weidmann gefunden und wird in neuester Zeit den Bienen zuliebe auf mehrern Stellen kultiviert.

12. *Clematis recta*, in den unkultivierten Teilen des Schloßparkes bei Wittingau verwildert (Domin 1903).

13. *Polygonum Sacchalinense*. Gebüsche an der Südseite des Svět-Teiches, nicht weit von dem Parke (Domin 1903).

14. *Impatiens parviflora* und *Matricaria discoidea*, erstere aus der Mongolei, letztere aus Ostasien und dem westl. Nordamerika stammend, sind auf mehrern Stellen in Menge vorhanden.

15. *Sisyrinchium Bermudiana* var. *anceps*, aus Nordamerika stammend, kommt bei St. Veit (s. Abt. II) vor.

II. Abt. Spezielle Darstellung des Gebietes in topographischen Florenbildern.

Nachdem wir die Hauptformationen des Beckens von Soběslau, Wittingau und Gratzen geschildert und darauf hingewiesen haben, daß alle Formationen in einem engen Verhältnisse zueinander stehen und sich zu einem natürlichen Ganzen vereinigen, wollen wir einigen charakteristischen Lokalitäten unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Hierbei ist aber vollkommen ausgeschlossen und wäre es auch sehr platzraubend, eine eingehende Detailschilderung aller Leit- und Nebenarten vorzuführen, da sich dieselben Formationen, ja auch zumeist dieselben Facies gleichgestaltet wiederholen, wie dies für die hercynische Gau überhaupt charakteristisch ist. Aus diesem Grunde werden hier nur die interessantern Punkte des Gebietes betrachtet: natür-

lich lag die Absicht vor, nur solche auszusuchen, die auch anderseits etwas Bemerkenswertes bieten können. Besonders wurden die im allgemeinen Teile nicht angeführten Facies berücksichtigt.

1. Die Gegend zwischen Soběslau und Veselí, insbesondere die großen Torfmoore bei Borkovic, Mažic und Zálší.

Die genannten Torfmoore, die zu den größten von ganz Südböhmen gerechnet werden müssen, können wir als Mittelpunkt der wohl einen ganzen Tag beanspruchenden Exkursion entweder von der Bahnstation Sobsělau oder Veselí aus erreichen. Wenn wir die erstgenannte Stadt als Ausgangspunkt wählen, können wir ganz nahe an der Stadt einige interessante Wasserpflanzen, sowohl in kleinen Tümpeln und Teichen, als auch in dem Flusse Lužnice sammeln. Dieselben wurden hauptsächlich durch Duda bekannt: es sind dies nebst mehrern *Potamogeton*-Arten (s. S. 325), nebst dem *Sparganium minimum* und der *Leersia oryzoides* einige *Elatine*-Arten, die hier in den feuchten Wiesengräben vorkommen. Auf den Wiesen, die eine mäßige Torfbildung aufweisen, kommt hier auch die schmalblättrige *Iris sibirica* vor, die sonst im Gebiete eine seltene Erscheinung ist.

Wenn wir von Veselí ausgehen, ist der Weg insofern interessanter, als wir zuerst ausgedehnte Wiesenmoore mit einer intensiven Torfbildung treffen; der Torf derselben wird auch gestochen, obzwar er natürlich minderwertig ist. Diese Wiesenmoore (deren Oberfläche auch teilweise holperig ist, was allerdings nicht sein soll) unterscheiden sich schon auf den ersten Anblick durch den größern Blütenreichtum von den Heidemooren: nebst Ubiquisten sind hier aber nur viele sauere Gräser (*Carices*, *Eriophorum*, *Scirpus*) zu sehen. Auf manchen Stellen bilden sie mit den daselbst ebenfalls häufigen *Juncus*-Arten ganze Bestände. Die stattliche *Pedicularis palustris* ist verbreitet; auch *Parnassia palustris* blüht hier im Spätsommer. Diese Wiesenmoore werden ebenfalls drainiert, was aber in erster Reihe zu dem Zwecke geschieht, um ihre Umwandlung in Hutweiden zu befördern und zu beschleunigen. Dies ist auch schon zum Teil gelungen, und viele Pflanzen, die sich mit dem weidenden Vieh einstellen, wie z. B. *Potentilla anserina*, *Leontodon*, *Hypochoeris*, *Bellis*, *Poa*- und *Agrostis*-Arten etc., unterstützen die Gewinnung weiterer Stellen, indem sie in die Flora der Wiesenmoore eindringen und bei fortschreitender Austrocknung derselben sich auf Unkosten der echten Wiesenmoorarten verbreiten. Sonst bieten diese Wiesenmoore in floristischer Hinsicht kaum etwas, was der Rede wert wäre: *Sphagnum* und andere heidemoorbildende Arten fehlen vollständig; *Juncus*- und *Scirpus*-Bestände sind nebst den *Cariceten* am meisten kennzeichnend. Doch die natürliche Düngung durch das weidende Vieh ver-

treibt dieselben langsam und kann sich in manchen Fällen tatkräftiger erweisen als das ganze System der Abzugsgräben.

Unternehmen wir einen Abstecher in den angrenzenden Kiefernwald. Große, sandige Holzschläge sind ganz von der sich im sanften Winde schimmernd wellenden *Deschampsia flexuosa* bewachsen; auch *Epilobium angustifolium*, *Senecio viscosus* und *silvaticus* bilden schon von der Ferne auffallende Kolonien.

Über das Dorf Borkovic kommen wir nach Mažic, wo überall die Gräben mit kohlschwarzem Torf und die sich sanft schaukelnden Wege das tote Moor verraten. Von den Moosen, die daselbst vorkommen, ist die zahlreiche, sternförmige *Riccia glauca*, *Lophocolea*, *Dicranella Schreberi* und *Barbula vinealis* zu erwähnen. Hinter dem Dorfe, wo früher Torf gestochen wurde, breiten sich große Weiden aus.

Die eigenen Heidemoore dehnen sich von den drei genannten Dörfern bis zu Klečaty und Záluží aus und sind die tiefsten des ganzen Beckens; ihre Tiefe beträgt hier 10—12 m, was natürlich nur für die mittlern Partien gültig ist, denn daselbst ist, der Entwickelung der Heidemoore entsprechend, der Torf am tiefsten. Die großen Moore (oder „Blata“, wie sie hier landesüblich allgemein heißen) sind in der Gegenwart ringsum tot, und nur das Zentrum (etwa die Hälfte) befindet sich noch in lebhafter Entwickelung. Doch das neue, gründliche Abwässerungssystem droht auch diese Partien allmählich zu vernichten, was allerdings nicht so leicht geschehen kann, da ihre Pflanzendecke noch ein sehr intensives Wachstum aufweist und ihnen teilweise die Waldungen einen natürlichen Schutz gewähren.

Das Aufleben der Heidemoorvegetation kann man gut unter den senkrechten, durch den Torfstich bloßgelegten Dämmen beobachten. Daselbst erglänzen immer Tümpel mit schwarzem Wasser und es ist durchweg unmöglich, auch nur einen einzigen Fußtritt in diese tückischen Partien zu wagen. Zuerst entbehrt das schwarze Wasser jedweder Vegetation. Nur dort, wo die einzelnen Torfziegel oder auch größere Torfstücke über das Wasser emporragen, stellen sich gewöhnlich ganz allogene Elemente ein (auch Ruderalpflanzen), denen aber nicht vergönnt ist, sich daselbst lange zu erhalten. Die erste Vegetation besteht natürlich aus Wasserpflanzen; gewöhnlich sind es solche, die Tauchblätter besitzen, z. B. *Utricularia*-Arten, *Hottonia*, *Ricciocarpus*, einige Moose, einige *Potamogeton*-Arten, so hier bisweilen auch der seltenere *Pot. acutifolius*, im seichten Wasser *Montia minor* etc., denen aber bald Schwimmpflanzen folgen; von diesen sind z. B. die Überzüge der *Lemna*-Arten (*L. polyrhiza* ist die häufigste, auch die *L. minor* kommt in mehrern interessanten Formen vor), *Potamogeton natans* etc. zu nennen. In manchen Fällen zeigt sich die von Jahr zu Jahr sich so unglaublich verbreitende *Elodea*, daß jede andere Wasservegetation von ihr verdrängt wird.

Indessen bilden gewöhnlich die üppig wachsenden Moose große Polster und heben sich dieselben über den Wasserspiegel

empor: besonders die kleinen Lachen werden bald von *Sphagnum*-Arten, *Gymnocybe*, *Hypnum fluitans*, *Philonotis*-Arten etc. ganz ausgefüllt. Auf den nackten, schwarzen Torfstücken, die über das Wasser emporragen, erscheinen sonach verschiedene *Cyperaceen*, deren ganze Rasen manchmal auf den entrissenen Torfstücken frei schwimmen. Wenn sich die Moose schon so vermehrt haben, daß sie stellenweise ganze Tümpel überziehen, zeigt sich bald wieder die Mehrzahl der durch den Torfstich verjagten Arten: alle tragen zum neuen Aufleben der ehemaligen Vegetation bei. Nebst kleinen Arten, die sich im Moose kaum merkbar machen, wie z. B. *Viola palustris*, *Hydrocotyle*, *Carex stellulata*, *pulicaris*, *Juncus filiformis*, *Oxycoccos*, *Drosera* stellen sich auch ansehnliche Stauden ein. Aus der Familie der *Cyperaceen* ist es hier z. B. die stattliche *Carex Pseudocyperus*, die mit ihren langen, überhängenden Fruchtähren wohl die schönste unter unsern *Caricees* ist; auch *C. filiformis*, *canescens*, *teretiuscula*, die zarte *C. panicea*, *Eriophorum*-Arten (hier häufig das seltene *Er. gracile*). *Scirpus radicans* und *silvaticus* kommen vor. Die robuste *Typha latifolia*, die gelbblühende *Naumburgia thyrsiflora*, *Alisma Plantago*, *Iris Pseudacorus*, *Molinia arundinacea* kommen oft zum Vorschein. Die zwar gewöhnlichen *Scutellaria galericulata*, *Ranunculus Flammula*, *Veronica scutellata* bilden ebenfalls häufige Erscheinungen. Das breitgeflügelte *Hypericum tetrapterum* und die *Stellaria palustris* kommen hier auch vor; mit Vorliebe jedoch suchen sie die feuchten Gräben auf. *Bideus radiatus* erscheint manchmal in Unmasse, ein ander mal würde man umsonst nach im fahnden.

Ganze Strecken bedeckt *Potentilla palustris*, die mitunter auch halbstrauchartigen Wuchs annimmt, an den Rändern der Gewässer ragt häufig die hohe *Cicuta virosa* hervor, eine Umbellifere, die bei keinem Teich in der ganzen Gegend fehlt. Auf dem nackten Torf kriechen einige Gräser: das lästigste ist die *Agrostis canina*, die mit Hülfe ihrer kriechenden Rhizome in kurzem große Flächen bewachsen kann.

So bekommt das Moor wieder das typische Aussehen; nur stellenweise ist der Torf zu locker und kann die Last des menschlichen Körpers nicht ertragen; nur durch Überspringen solcher gefährlicher Stellen kann man das Moor durchstreifen, wobei noch immerfort die Gefahr, in den fortwährend sich schaukelnden, schlammigen Torf zu versinken, nicht ausbleibt. Die kleinen Pfützen, die sich in einem nassen Heidemoor stets vorfinden, dienen als Asyl den *Utricularia*-Arten: auch das kleine, kriechende *Lycopodium inundatum*, *Montia minor* siedeln sich gerne bei ihnen an. Dort, wo zahlreiche Sträucher, besonders aber *Salix*-Arten oder *Spiraea salicifolia* ganze Gebüsche bilden, ist das Gehen ein wenig sicherer. In solchen Gebüschen tritt in den Borkovicer Mooren das *Thalictrum angustifolium* auf.

Das Wandern in den Mooren ist hier wie unter ähnlichen Umständen überall, nicht angenehm; stets umhüllt den Reisenden eine schwarze Wolke von Fliegen und Mosquiten und das

unangenehme Gezische der Kreuzottern, das oft unter den Füßen zu hören ist, mahnt zur Vorsicht.

Das offene Heidemoor gehört hier meist zu dem Typus II; stellenweise aber ändern die gesellig auftretenden *Cyperaceen*, auf trockenern Stellen *Ericaceen* sein Aussehen nicht unwesentlich. Dort, wo lockere Kiefern- (oder auch Fichten-) Bestände das lebende Moor bedecken (je üppiger das Moor wird, um so krüppelhafter werden die Bäume), treten meist zahlreiche *Ericaceen* (*Ledum* etc.) auf. Auf solchen Plätzen, wo auch robuste Rasen des *Eriophorum vaginatum* und viel seltener des *Er. alpinum* auftreten, ist das Wandern schon bequemer.

Die tiefen Drainagegräben sind stellenweise ganz verwachsen von *Equisetum palustre*, *Naumburgia*, *Galium palustre*, *Potentilla Tormentilla*, den früher genannten *Carex*-Arten, *Stellaria glauca*, *Molinia*, *Calamagrostis Epigeios*; auch die zarte, gewöhnlich im Moose kriechende *Oxycoccos* überzieht ganze Seitenflächen der Gräben; sonst ist sie auf den *Sphagnum*-Polstern eine häufige Erscheinung, der sich als treue Begleiterin *Drosera rotundifolia* zugesellt. Wie wir früher *Spiraea salicifolia*, *Salix pentandra*, *aurita*, *cinerea* u. a. Arten zu charakteristischen Gestrüppen vergesellschaftet fanden, erblicken wir wieder das schöne *Ledum palustre*, welches sich noch lange auf dem absterbenden Moore, falls dasselbe nicht gar zu trocken ist, hält und große Gebüsche bildet. Aber besonders in den lichten Kiefernwäldern, die wiederum auf dem Moore, wo die *Sphagnum*-Bildung nicht so intensiv ist, viel besser gedeihen als in dem tiefen lebenden Moore, erscheint dasselbe als eigenartiger, strauchartiger Unterwuchs, der noch bei der Schilderung des „Roten Mooses" bei Šalmanovic näher erörtert werden wird. Auf einigen Stellen wächst in seiner Gesellschaft nebst *Vaccinium*-Arten (*V. uliginosum*, *Myrtillus*) *Lycopodium annotinum*. Kleine Bruchwälder beherbergen hier häufig das schöne, durch das verlängert-lanzettliche Laub auffallende *Aspidium cristatum*, welches manchmal hoch auf den Baumstümpfen mit dem *Asp. spinulosum* und mitunter auch mit *Athyrium filix femina* emporklettert. *Pteris aquilina* ist überhaupt auf purem Torf selten, wird aber kaum ausbleiben, wo Sandboden auftritt.

Auf einigen Stellen der Mažicer-Borkovicer Moore konnte ich beobachten, wie *Juncus*-Bestände, die wahrscheinlich das zufällig abgestorbene Moor besiedelt haben, wieder durch das neue, üppige Wachstum der Moosmoorpflanzen verdrängt werden. Nur *Juncus filiformis* ist in den echten Mooren häufig, nicht aber *J. Leersii* und *effusus*.

Die *Rosa gallica*, ein seltener Xerophyt unseres Gebietes, wurde beim Forsthause Borkovic beobachtet.

Das Moosleben ist in den Mooren des Gebietes ziemlich eintönig; aber die Moore bei Borkovic, Mažic und Zálší machen hiervon eine seltene Ausnahme, denn sie beherbergen eine ganze Reihe von hoch interessanten und seltenen Moosen und erregten dadurch in bryologischer Beziehung eine besondre Aufmerksam-

keit. Es ist dies in erster Reihe Velenovskýs Verdienst, der diese Moore wiederholt besuchte und jedesmal interessante Entdeckungen machte. An dieser Stelle können nur einige von ihnen eine nähere Erwähnung finden; im übrigen wird auf die Originalarbeiten Velenovskýs hingewiesen.

Bei der Torfbildung beteiligen sich nicht nur *Sphagnum*-Arten, sondern auch viele andere Moose, besonders aus der Gattung *Hypnum*: bei Borkovic können wir z. B. als wichtige Arten *H. intermedium, hygrophilum, stellatum, aduncum* (dasselbe bildet große, mit Wasser getränkte, schwammige Polster), neben den verbreiteten *cuspidatum, stramineum, fluitans, exannulatum* anführen. Auch das, durch die gelbliche Farbe leicht zu erkennende *Aulacomnium palustre* (= *Gymnocybe*) spielt eine wichtige Rolle.

Es kommen hier aber auch sehr seltene Arten vor, die für die tiefen, schaukelnden Moore als sehr charakteristisch bezeichnet werden müssen. Zunächst sind es die prachtvollen *Meesea*-Arten, die durch ihre rot gefärbte Seta zwischen den andern Moosen (zumeist *Sphagnum*-Arten) von weiten auffallen. Drei Arten wurden hier konstatiert und zwar die *M. tristicha* (Weidmann, Velenovský), *M. longiseta* (Vel.), *M. Albertinii* (Vel.), die habituell der vorigen Art sehr ähnelt.

Die interessanteste Art ist aber das *Plagiothecium stoloniferum* Vel., welches daselbst ganze Flächen gestochener Torfwände bedeckt und seither auch im Brdygebirge auf ähnlichem Standorte gefunden wurde. Auch das, nur von wenigen Standorten Europas bekannte *Amblystegium Hausmanni* verdient erwähnt zu werden. Interessant ist es, daß auch *Leptobryum pyriforme* auf purem Torf vorkommt.

2. Die Gegend zwischen Veselí und Lomnic, an dem rechten Ufer der Lu nice, insbesondere die Moore „*Ptaci Blata*".

Diese Gegend ist eine recht typische Teichgegend, und demgemäß kommen bei der Schilderung ihrer phytogeographischen Verhältnisse in erster Reihe die Wasserpflanzenformation, die Röhrichte, die Formation der Sumpfpflanzen, des nackten Teichbodens und zuletzt natürlich auch die der Moore in Betracht. Wollten wir aber die einzelnen Lokalitäten eingehender besprechen, so müßten wir dasselbe sagen, was wir in der Umgebung Wittingaus erkennen werden, nur mit dem Unterschiede, daß die hiesige Flora nicht so gewählt ist wie diese. Dies ist in erster Reihe dem Umstande zuzuschreiben, daß die hiesigen Teiche größtenteils zu groß sind und eine zu wenig geschützte Lage haben, daß ihre Ränder meist vom sterilen Sandboden und selten vom Torf gebildet werden, und daß sie zumeist bei normalem Wasserstande keine Ufer haben. Schöne Standorte befinden sich zwischen dem großen Horusicer und dem kleinern Schwarzenberger Teich: die Formation des nackten Teichbodens

stellt sich bei günstigem Wasserstande natürlich auch hier ein: oft ist sie dem Sandboden gemäß nur etwas geändert, es dringen nämlich in selbe einige Arten der Sandflurflora (*Hypericum humifusum*, *Potentilla argentea*, *Scleranthus*-Arten, selten auch *Helichrysum arenarium* etc.) ein, wogegen einige andere Arten dieser Formation bloß auf nasse Stellen beschränkt erscheinen (z. B. *Elatine*-Arten, *Callitriche*, *Riccia* etc.).

Von den eben besprochenen Torfmooren bei Mažic, Borkovic und Zálší ziehen sich bis zu der Bahnstrecke Veselí—Budweis ausnahmslos nur Felder, deren Kulturgewächse schon früher erwähnt wurden. Die ganze Partie zwischen Veselí und Lomnic hat im Vergleiche mit den südlichern Teilen des Gebietes mehrere Xerophyten, ja einige, die hier im rauhen hercynischen Klima sehr merkwürdig erscheinen[1]. So ist auf den Rainen die ziemlich häufig vorkommende *Koeleria ciliata* zu erwähnen, die meist die Gesellschaft der *Knautia arvensis* (häufig weißblühend) aufsucht. Noch merkwürdiger ist hier das Vorkommen der *Potentilla recta* var. *obscura* (die Petalen der hiesigen Form sind etwas größer und deuten somit auf die var. *pallida* hin, aber ihre Farbe ist typisch dunkelgelb), die sonst mehr in den wärmern und wärmsten Lagen Böhmens vorkommt, besonders häufig auf dem nährstoffreichen kalkhaltigen oder eruptiven Boden im Gebiete der pontischen Flora. Auch das Vorkommen zweier Ruderalpflanzen — der unansehnlichen *Malva pusilla* und des *Atriplex roseum* — ist hier von großem Belang, besonders deshalb, weil hier eine ganze Reihe anderer, in den wärmern Teilen Böhmens auch auf nährstoffarmem Boden allgemein verbreiteter Pflanzen fehlt.

Die oben erwähnte *Potentilla* kommt bei Schweinitz, sogar zwischen einer Ruderalflora (!) unter zahlreichem *Hyoscyamus* vor, was wir eher von einer *Pot. argentea*, *canescens* (beide kommen dortselbst auch vor) oder *collina* vermuten würden. Dies ließe vielleicht auf ihre Einschleppung schließen, was aber höchst unwahrscheinlich ist, da sie weiter auf den Feldrainen in einer ganz natürlichen Formation, wenn auch nicht häufig, vorkommt. Die beiden andern Arten kenne ich aus Borkovic, Horusic und Lomnic. In Horusic, einem Dorfe, das an der Nordseite des Horusicer Teiches liegt, kommen diese beiden Arten mit zahlreichen andern Ruderalpflanzen vor; wir nennen nur: *Lappa minor*, *Malva Alcaea*, *Chenopodium urbicum*, *Filago germanica*. Weiterhin gegen Süden kommt weder die *Malva* noch das *Atriplex* vor.

Die großen Teiche zwischen Záblatí und Horusic wollen wir stillschweigend übergehen: das einzige, was für uns Interesse hätte, ist der auf den Heidemooren bei dem Horusicer Teiche

[1] Wie schon S. 2 gesagt wurde, machen sich diese warmen, z. T. pontischen Elemente erst in der Richtung gegen Tábor recht bemerkbar. So können wir von dort (nach Mitteilung des Prof. Dr. F. Bubák) noch *Alyssum saxatile*, *Saxifraga caespitosa*, *Hieracium Schmidtii* (Ruine Příbenic) und *Rosa trachyphylla* anführen.

vorkommende *Scirpus pauciflorus* sowie die *Erythraea ramosissima* bei dem Schwarzenberger Teiche; letztere ist um so interessanter, als in dem ganzen Wittingauer Becken fast alle Pflanzen, die in salzhaltigem Boden fast immer, sonst aber sehr selten erscheinen, vollkommen fehlen. (Siehe S. 320). Sonst könnte man noch von dem erstern Teiche *Carex dioica*, *teretiuscula*, *Elatine Hydropiper*, *Zanichellia palustris*, *Bidens radiatus*, von dem letztern Teiche *Myriophyllum verticillatum*, *Cyperus flavescens*, *Scirpus radicans*, *Polygonum minus*, *Hottonia*, *Litorella* notieren. *Bidens radiatus* und *Myosotis caespitosa* kommen bei beiden Teichen vor.

Auch bei dem Záblater Teiche findet man bei normalem Wasserstande nicht viel Bemerkenswertes. Eine recht monotone Sandflurflora an seiner SO.-Seite, kleine Heidemoore und in die Röhrichtformation übergehende Wiesenmoore auf der Südseite zeigen in ihrer Zuzammensetzung so gewöhnliche Arten, daß es nicht der Mühe lohnt, selbe zu notieren. Nur eine einzige Art ist hier beachtenswert; es ist dies die *Viola stagnina*, ein auffallendes Veilchen mit stramm aufrechten, zahlreichen Stengeln, lichtgrünem Laube und milchweißen Petalen, das hier in Gräben auf der Westseite nicht gerade häufig mit *Stellaria palustris* vorkommt. Die *Hypochoeris glabra*, die auf dem sandigen Ufer gewöhnlich mit *Radiola linoides*, *Litorella*, *Bidens radiatus* etc. erscheint, dürfte hier unbeständig sein.

Von der südwestl. Ecke des Záblater Teiches kommen wir durch eine lebhaft dunkelgrüne Waldwiese, die in der Tat ein Wiesenmoor ist und zahlreiche *Carices*, *Eriophorum* und *Scirpus* beherbergt, zu dem größtenteils toten Moore Ptačí Blata": dasselbe weist eine recht interessante Zusammenstellung auf. Hier findet sich wiederum ein schönes, wenn auch ganz kleines Moosmoor (Typus II): in den *Sphagnum*-Polstern kommen überall *Hydrocotyle*, *Drosera* und zahlreiche *Carices* vor. Besonders die Gruppe der *Carex flava* ist hier reichlich vertreten: nebst der typischen *Carex euflava* und *Oederi* ist hier massenhaft auch die *Car. Oederi* var. *elatior* vorhanden mit ganz deutlichen Übergängen in die erstgenannte Art. Gegen den Teich zu nehmen die *Carices* überhand: früher mußte hier das Wasser viel weiter reichen, wie dies die mächtigen Bülten von einigen dichtrasigen *Carex*-Arten (wahrscheinlich war dies *C. filiformis* und *stricta*), die jetzt langsam von verschiedenen Heide- und Moorpflanzen bewachsen werden, beweisen. Der tote Grundstock der Seggen, der aus verfilzten Wurzeln sowie auch Blattresten besteht, und der unterseits langsam vertorft, bietet ihnen eine sehr willkommene Zufluchtstelle. Weite Flächen sind wieder mit der kriechenden *Agrostis canina* bedeckt: wo sie wächst, ist der torfige Boden zumeist so schlammig, daß man sich schnell zurückziehen muß, um in denselben nicht einzusinken. Auf der Nordwestseite bildet in der Nähe des Teiches *Glyceria fluitans* einen sehr langen, dichten, aber nur etwa 20 Schritte breiten Streifen, in dem *Myosotis palustris*, eine hohe und schlanke

Carex cyperoides, *Veronica scutellata* und *Lythrum Salicaria* nebst einigen Epilobien verborgen sind. Es ist aber ganz deutlich zu sehen, daß die genannte Grasart im langsamen Absterben sich befindet, was ja auch natürlich ist, da sie früher ziemlich tief im Wasser stand und jetzt auf einen ziemlich trockenen Standort gelangte; ihre gelbliche Farbe verrät dies schon von weitem. Hinter diesem Streifen fängt die Flora des nackten Teichbodens an; ich traf zufällig nur einen engen Streifen, wo selbe wenigstens durch einige Arten vertreten war: die Unterlage bildete ein nackter Torf, dem nur wenig Sand beigemengt war. Es war hier zu beobachten:

Carex cyperoides in der S. 336 erwähnten Form.
Carex Oederi in einer ähnlichen Form.
Illecebrum verticillatum (sehr viel).
Peplis Portula.
Bidens radiatus (kleine Form, viel).
Alopecurus geniculatus (viel).
Agrostis canina, stellenweise sehr viel, verdrängt die einjährigen Arten dieser Formation.
Sagina nodosa.
Callitriche vernalis var. *caespitosa*.
Potentilla norvegica f. *parvula*.
Bulliarda aquatica (nicht viel). Häufiger kommt sie bei dem oben erwähnten Horusicer, Schwarzenberger und Záblater Teich vor. Besonders bei dem letztgenannten ist sie auf dem kiesigen Südrande zahlreich vorhanden.
Elatine Hydropiper (nicht viel).
Scutellaria galericulata.

Auf dem Waldrande wächst die sonst in der Gegend seltene *Myosotis silvatica*.

Hinter dem Moore Plačí Blata dehnen sich ziemlich große Weiden aus, in deren Flora man nur einige *Festuca*-Arten, *Nardus* etc. erkennen kann. Früher waren hier ebenfalls Heidemoore, aber der Torf, den wir jetzt dort finden, ist ziemlich schwer und ließe urteilen, daß hier früher an dieselben Wiesenmoore grenzten. Weiterhin übergehen die Weiden in eine Heide mit nicht gerade tonangebender *Calluna* und endlich in einen Kiefernwald, der fast gar keine Vegetation aufweist.

3. Die Umgebung von Lomnic sowie der Strich zwischen Lomnic und Břilic.

In der Umgebung von Lomnic findet man sehr interessante Lokalitäten, ja mitunter auch Arten, die für das ganze Becken eine große Bedeutung haben und daselbst anderswo nicht angetroffen werden. Als Beispiel dafür stehe hier *Ajuga pyramidalis* (im Walde unter dem Teiche Křtěný), die sonst mehr als eine Gebirgspflanze erscheint und in den Alpen bis in die nivale Region hinaufsteigt. Aber im ganzen und großen ist die Gegend

bei weitem nicht so interessant wie die Umgebung von Wittingau, da hier ganze Strecken nicht nur eintönig, sondern auch pflanzenarm sind und die interessanten Lokalitäten der Formation des nackten Teichbodens wieder nur manches Jahr zum Vorschein kommen. Wir wollen deshalb mit Berücksichtigung der einschlägigen Literatur nur die interessantesten Punkte aussuchen: da wir die Wittingauer Gegend eingehend schildern wollen, werden wir hier nur die Charakterarten anführen.

Die Uferflora der Lužnice weist dieselben Arten auf, deren Auswahl schon in Abt. I. S. 330 gegeben wurde; dabei kommen wieder zahlreiche Sträucher (*Alnus viridis*, *Salix viminalis*, *purpurea*, *aurita*, *cinerea*, *pentandra*, *alba*, *fragilis* nebst einigen Bastarden z. B. der *S. dichroa* (*aurita* × *purpurea*) oder der *S. rubra* (*purpurea* × *viminalis*), *Spiraea salicifolia* etc.) sowie auch Stauden in Betracht. Von den *Mentha*-Arten, abgesehen von der überhaupt seltenen *M. Pulegium* (z. B. Zábover Teich bei Platz) kommen meist nur die gemeinen *M. arvensis*, *silvestris*, *verticillata*, *aquatica* vor. Die besonders im Elbtale verbreitete dichtköpfige *M. capitata* fehlt vollständig, und diesbezügliche Angaben können nur auf einem Irrtum beruhen. Von den Bastarden ist *M. silvestris* × *aquatica* (*M. pubescens*, *nepetoides*) die häufigste.

In der nächsten Umgebung von Lomnic sind mehrere kleine Teiche vorhanden; an ihren Ufern ist in erster Reihe die stattliche *Carex riparia*, nebst der *Car. canescens*, *Scirpus radicans* und *silvaticus* zu notieren; auch *Hottonia* kommt hier in den Wassergräben vor. Auf den sauern Wiesen wächst hier das schöne *Trifolium spadiceum*, in den Leinfeldern wieder das *Lolium remotum*, das wir noch öfters im Gebiete treffen werden. Auch *Andromeda poliifolia* wurde in einem Waldmoor und *Ledum* auf einem Holzschlag (wohl ein totes Moor) bei Lužnic gesammelt. In den feuchten, torfigen Wäldern an dem Flusse hat sich auch *Circaea Lutetiana* und die montane *C. alpina* angesiedelt.

Unweit der Stadt[1]) befindet sich ein Sumpf („na šancích"), dessen Moorgräben *Potamogeton obtusifolius*, *Carex teretiuscula*, *limosa*, eine große Form von *Peplis* und *Naumburgia* beherbergen. Hier und da kommt in den Torfgräben auch eine *Utricularia*-Art vor. Zumeist ist es die *Utr. neglecta*; die *U. ochroleuca* wurde nicht nachgewiesen.

Südlich von Lomnic liegt der Teich „Služebný", der, sobald er abgelassen wird, stets eine reiche Flora aufweist (*Litorella*, *Bulliarda* etc.). Hinter ihm in der Richtung gegen den größern Tisý-Teich kommt bei dem Hofe Šaloun spärlich das *Hieracium pratense* und in den fürstlichen Fischbehältern nebst andern auch *Elatine triandra* vor.

Die Teiche zwischen Lomnic, Kletce, Kolenec, Neusattel und Lužnic sind im ganzen wiederum pflanzenarm. Eine der auffallendsten Erscheinungen in der Röhrichtformation ist der

[1]) Bei Lomnic wurde auch der Farn montane *Aspidium aculeatum* gesammelt.

prachtvolle *Ranunculus Lingua*, der, obzwar er zu den Dikotylen gehört, sich vollkommen seinen hohen monokotylen Genossen mit langen, ungeteilten Blättern angepaßt hat. Auch *Carex stricta*, deren große Bülten kleine Inseln bilden, und *Cicuta virosa* kommen vor.

Der gemeine Froschbiß *(Hydrocharis Morsus ranae)* mit kreisrunden, schwimmenden Blättern, erscheint in der Wasserpflanzenformation auf dem Teiche Flughaus; auf einem Felde über demselben Teiche teilen den gemeinschaftlichen Standort *Centunculus* und *Radiola*.

Bei dem Teiche „na Žabicích" in der Nachbarschaft des ebengenannten Teiches und schon nicht fern von dem Orte Kolenec ist ein schönes, lebendes Moosmoor entwickelt: *Rhynchospora alba*, *Drosera rotundifolia*, *longifolia*, *obovata* sind hier in erster Reihe zu nennen. Nicht weit davon soll der *Rubus Radula* var. *viridis* vorkommen.

Auch die Umgebung von Kolenec bietet einige interessante Pflanzen: die südöstliche (pontische) *Pulsatilla vernalis*, die sonst aber noch weithin nach Norden reicht, und deren Nordwestgrenze nach Graebner bei Calvörde-Dannenberg-Ludwigslust-Rostock ist, und die im Gebiete auch bei Veselí vorkommt, ist sicher am ersten Platze zu nennen. In dem sogen. „Čertova Šlápota"-Walde (Teufelstritt) kommt *Pirola chlorantha* mit *Cardamine Impatiens* vor. Die schöne montane *Vicia silvatica*, die überhaupt in dem hercynischen Bergland Südböhmens verbreitet ist, findet man in dem Kolenecer Tiergarten. Nicht weit davon, bei der Kolenecer Abdeckerei, soll auch *Hierochloa australis*, also eine eminente Hainpflanze, vorkommen. In dem kleinen Teiche in Kolenec ist noch der seltenere *Potamogeton trichoideus* zu erwähnen. In der ganzen Gegend kommt *Luzula pallescens* zerstreut vor. Weiterhin ostwärts können wir noch bei Neusattel *Leucojum vernum* verzeichnen. Dasselbe wird in der Richtung gegen Neuhaus sowie auch in der Gratzner Gegend häufiger.

In der Nähe von dem Teiche „Černičný", der am linken Flußufer gegenüber dem Flughaus-Teiche liegt, sind kleine Erlengebüsche, die teilweise zu den Erlenbrüchen gehören. Stellenweise treten als Unterholz der Erlen gesellig einige *Rubus*-Arten (besonders *R. suberectus*) auf.

In der Umgebung von Kletec wiederholen sich ähnliche Formationen: auf den Sandfluren kommen hier *Hypochoeris glabra* und *Aira caryophyllea*, auf den Wiesenmooren nebst andern die kleine *Carex pulicaris* sehr gesellig vor. Schon bei Lomnic konnten wir von einem Sandacker *Arnoseris pusilla* verzeichnen, die unter denselben Standortsverhältnissen vorkommt, wie die ihr nicht unähnliche *Hypochoeris glabra*. Auch bei Frahelž in der Nähe der Bahn und gegenüber dem Teiche „Naděje", auf dessen Damm die kauleszente Form der *Carlina acaulis* mit *Festuca capillata* vorkommt, ist stellenweise die Sandflurflora schön entwickelt: die *Aira praecox*, die ähnliche Standorte aufsucht wie die *Aira caryophyllea*, aber in Böhmen bei weitem

seltener ist als diese, der schöne, einjährige und meist unbeständige *Juncus capitatus* und mit ihm die *Montia minor* ist das Interessanteste, was selbe bietet.

Somit hätten wir in Kürze auf das Wichtigste der Umgebung von Lomnic hingewiesen; es wären höchstens noch einzelne, nicht gerade gemeine Arten (*Cyperus flavescens*, *Juncus Tenageja* etc.) zu erwähnen, was aber zu weit führen würde. Ein bemerkenswerter Punkt ist der Teich „v Dubovcích" bei Lomnic, wo auf den Teichrändern *Calamagrostis lanceolata*, *Carex elongata* und mehr im Wasser *Butomus* wächst; die angrenzenden torfigen Wiesen beherbergen auch *Dianthus superbus* und die kurzgrasigen Durchtriebe *Potentilla canescens* und das im Gebiete seltene *Laserpitium prutenicum*. In Dubovec kommt nebst der *Lappa minor*, *Rubus caesius* (der sich hier mit dem *R. Idaeus* kreuzt) wieder eine merkwürdige, der hercynischen Flora ganz fremde Art, nämlich das schöne *Melampyrum cristatum* vor, welches im ganzen dieselbe phytogeographische Bedeutung hätte wie die erwähnte *Hierochloa* bei Kolenec.

Es erübrigt noch, eine kurze Besprechung der Gegend zwischen Břilic und dem Teiche „Služebný" bei Lomnic, also der südlichen Umgebung von Lomnic oder, wenn wir wollen, der nördlichen von Wittingau.

Gleich nördlich von Břilic [1]) dehnen sich lettige Durchtriebe aus. Der Letten ist auch in den obern Schichten fast ungeändert und entbehrt der Beimischung des Sandes oder des nahrhaften Humus. Nur stellenweise entstehen daselbst echte Wiesenmoore, meist in den Niederungen und Mulden, wohin das Wasser über dem ganz undurchlässigen Untergrund herabfließt und zur Versumpfung und, da der schwere Tonboden auch die Durchlüftung unmöglich macht, auch zu intensiver Säurebildung führt; sonst herrscht auf diesen lettigen Durchtrieben eine Vegetation, für die der unzählige *Juncus effusus* und *Leersii* tonangebend ist. Überdies kommen daselbst nur sehr wenige Pflanzen vor, wie z. B. *Myosotis palustris*, *caespitosa*, *Potentilla norvegica*, *supina*, *reptans*, *Ranunculus repens*, *Sagina nodosa*, *Poa annua*, *trivialis*, *Roripa silvestris* (stellenweise sehr viel) etc.

Bei dem Teiche „Kaňov" erstreckt sich ein anscheinend totes Calluna-Moor, wie wir aus der Vegetation und aus der höckerigen Oberfläche urteilen würden. In der Tat ist dies nur eine Heide und das Substrat nur Sand; und falls hier früher eine schwache Torfschicht war, so wurde sie von den Teichfluten gänzlich abgeschwemmt. Diese Heide zeigt folgende Leitarten:

---

[1]) Das echte *Ornithogalum umbellatum*, das ich auch inmitten der hercynischen Flora des Brdygebirges als wildwachsend konstatieren konnte (Domin I. Beitrag, 1902), wird von den Feldern nächst dem Teiche Struzka bei Břilic angegeben (Weidmann). Es ist natürlich schwer zu entscheiden, ob hier die Pflanze ursprünglich wild oder nur eingeschleppt ist. Soweit ich sah, wird es nirgends in den Gärten des Wittingauer Kreises gezüchtet; sein Vorkommen daselbst entspräche auch ziemlich gut seiner vermutlichen Gesamtverbreitung in Böhmen.

Calluna vulgaris (sehr viel!)	*Hieracium Pilosella.*
Antennaria dioica.	*Potentilla Tormentilla.*
Juniperus communis.	*Danthonia decumbens.*
Polytrichum sp.	*Festuca*-Arten.
Cladonia rangiferina.	*Nardus stricta.*

Für die trockenen Wiesen, die an diese Heide grenzen, ist besonders der häufige *Ranunculus Sardous* zu nennen; auch *Platanthera solstitialis* kommt vereinzelt vor. In den Getreidefeldern ist *Rhinanthus villosus* nicht selten. Auf den saueren Wiesen ist *Pedicularis palustris, Lysimachia nummulariaefolia, Carex disticha* häufig; ganz vereinzelt kommt hier sogar wiederum *Platanthera solstitialis* vor!

So kommen wir bis zu dem Dorfe Přeseka; hinter dem Goldbache sehen wir den großen Tisý-Teich, inmitten dessen eine ansehnliche Insel sich erhebt. In der Richtung gegen die Bahnstrecke zu, wo sich der kleine Tisý-Teich erstreckt und sich durch eine ganze Reihe größerer und kleinerer Teichlein und Tümpel mit dem erstgenannten verbindet, herrscht wiederum eine mannigfaltige Vegetation; besonders schön sind hier die *Caricacten* entwickelt, die teilweise eine zusammenhängende Decke, teilweise nur einzelne, wenn auch dicht nebeneinander stehende Rasen bilden. Nebst der *Carex panicea, stellulata, vulgaris* wären hier noch folgende Arten zu notieren: *C. teretiuscula, canescens, elongata, stricta, filiformis, Pseudocyperus, limosa.* Die andern *Cyperaceen* sind hier durch *Scirpus radicans, silvaticus, Eriophorum gracile, angustifolium, latifolium, Rhynchospora alba,* die *Juncaceen* besonders durch *Juncus alpinus* und *filiformis* vertreten.

Alnus viridis kommt in größern Bäumen vor oder bildet nur mit *Spiraea salicifolia, Frangula Alnus* und *Salix*-Arten Gebüsche.

In den tiefen Waldsümpfen kommt *Triglochin* und *Aspidium Thelypteris* vor, die letztere Art auch in den torfigen Erlenbrüchen, auf einer Stelle mit der montanen *Rosa alpina.* Von den Waldsümpfen wird da auch *Soldanella* angegeben.

Von Přeseka kommen wir auf dem rechten Ufer des Goldbaches zu der Straße, die von Slověnic nach Lomnic führt. Der Weg führt uns zumeist durch Kiefernwälder, deren höchst arme Vegetation aus *Vaccinien* u. ä. besteht. In den lichten Kiefernjungwäldern kommen auch *Cytisus nigricans, Genista tinctoria, Calluna, Platanthera solstitialis, Deschampsia flexuosa, Nardus stricta, Campanula persicifolia, Solidago, Potentilla Tormentilla etc.* vor. Wird aber der Kiefernwald höher, nehmen gewöhnlich die Gräser überhand, und die andern Pflanzen stehen meist vereinzelt da; anstatt des üppigen Grüns blickt überall der nackte Sand durch; nur stellenweise bedeckt ihn das halbstrauchartige *Vaccinium Myrtillus* in dichten, reinen Beständen.

Ganz an der erwähnten Straße liegt ein Teichlein. Ich fand es gerade in dem Stadium, wo in die charakteristische Flora des

nackten Teichbodens die üppige Teichufer- und Sumpfpflanzenflora eindringt. Die Wiese vor dem Teiche ist dicht mit *Rhinanthus minor* besät; zwischen ihm kommt nur die auffallend gefärbte *Pedicularis palustris* vor. Weiterhin bedeckt ganze Strecken *Glyceria fluitans* und *Carex ampullacea*, beide aber voneinander gesondert und ihren Platz hartnäckig behauptend. Dort, wo der schlickige Boden schon zu schlammig ist, bildet einen ausgedehnten Grasteppich *Heleocharis acicularis*, aus dem einzeln *Batrachium aquatile* (blühend!), *Alisma Plantago* und nichtblühende *Oenanthe Phellandrium* ragen. Ähnliche, aber nicht so ausgedehnte Bestände bildet *Alopecurus geniculatus*. *Heleocharis ovata*. *Bidens tripartitus*, *radiatus*, *Polygonum*-Arten, *Juncus bufonius*. Das *Polygonum amphibium* wächst hier auf nicht gerade feuchtem Boden, aber der Blattform nach gehört es zu der var. *natans*, nur die Konsistenz der Blätter ist etwas fester. *Ranunculus Flammula*. *Gnaphalium luteoalbum*, *Equisetum limosum* treten etwas entfernt in Unmenge auf. Auch *Coleanthus* ist vorhanden, aber nur sehr spärlich, da ihm hier schon keine ihm zusagenden Plätze übrig geblieben sind. Mit ihm wächst nebst den schon genannten *Heleocharis acicularis* und *ovata* eine kleine Form der *Carex cyperoides*, *Callitriche vernalis* var. *caespitosa*, *Stellaria uliginosa* und *Spergularia echinosperma*.

Weiterhin erhebt sich langsam das Terrain und geht demgemäß in eine Heide über; daselbst kommt auch die in unserm Umkreise seltene *Orchis Morio* vor.

Bei dem ziemlich großen Teiche „Kocliřov“ sieht man wieder ein schönes, lebendes Heidemoor (mit wenigen *Ericaceen*, die Moosbeere ausgenommen), es bietet aber nichts besonders Interessantes. Noch pflanzenärmer ist der Steinröhren-Teich (Dvcřiště), wo überhaupt fast gar keine Strandflora entwickelt ist. Auf seiner Nordseite befinden sich kleine Sandflächen, auf denen ich folgendes konstatieren konnte:

Carex hirta (sehr viel!),	*Potentilla argentea*,
Linaria minor,	„ *verna*,
Senecio viscosus,	*Thymus ovatus*,
Filago minima, *arvensis*,	*Cyperus flavescens*,
Agrostis canina, *vulgaris*,	*Radiola linoides*,
Potentilla anserina,	*Linum catharticum*,
Hypericum humifusum (viel!),	*Sagina nodosa*,
Potentilla norvegica f. *parvula*,	*Jasione montana*.

In dem an die Nordwestseite des Teiches anliegenden Smržover Forste (zumeist floristisch sterile Kiefernwaldungen) fand ich unter der unzähligen Heidelbeere auch einige Sträucher der bisher nur selten beobachteten weißbeerigen Varietät (var. *leucocarpa*).

4. Die nähere Umgebung von Wittingau, besonders das Schloßrevier.

Die Wittingauer Gegend, die berühmteste im ganzen Becken, bietet zum Studium aller früher angeführter Formationen eine

besonders günstige Gelegenheit. Dies wird in erster Reihe dadurch bedingt, daß hier noch in der Gegenwart große, tote, im Absterben sich befindende, sowie auch kleinere, lebende Moore, besonders aber auch schöne Röhrichte, Cariceten und Wiesenmoore, Heiden sowie auch Sandfluren, Brüche und Wälder entwickelt sind. Bei Wittingau, knapp an der Stadt, befinden sich ausgedehnte Kulturwiesen, deren Wassergehalt künstlich reguliert wird, und die infolge der Kultur nur wenig von der ursprünglichen Flora (die Unterlage bildet hier Torf) beibehalten haben. Noch in und bei den Drainagegräben, in denen häufig *Utricularia minor* vorkommt, oder die mit einem grünen Überzuge von *Lemna polyrhiza* oder *minor* bedeckt sind, konnten sich einige Arten erhalten (z. B. *Atropis distans*, *Potentilla palustris*, *Bidens radiatus* etc.).

Es bildet also die nächste Umgebung der Stadt nordwärts ein breites und ebenes Wiesenland, das durch die allwärts zerstreuten Heustadeln ein eigentümliches Gepräge erhält. Neben zahlreichen Futtergräsern, die in der ganzen Gegend verhältnismäßig selten sind, und einigen andern Futterpflanzen bergen diese Wiesen nur *Senecio barbareaefolius*, *Euphrasia pratensis (Rostkoviana)*, *Odontites*. Daselbst wurde auch im Jahre 1890 die *Seradella (Ornithopus sativus)* in Menge beobachtet, natürlich nur eingeschleppt; auf der Wiese bei der Flachsdarre wurde auch *Phytheuma nigrum* gesammelt. Die Gebüsche sind hier schon nebst *Salix*- und *Alnus*-Arten von der schönen, rosablühenden *Spiraea salicifolia* gebildet. Das meterhohe *Cirsium palustre*, das durch seine Höhe die höchsten Kulturgräser überragt, kreuzt sich hier mit dem *Cirsium canum*.

In einem nassen Graben unfern Wittingau wurde auch zwischen *Rumex limosus* und *obtusifolius* der Bastard *R. Steinii* gefunden.

Das Schloßrevier ist das Waldgebiet, das sich zwischen St. Veit, dem Rosenberger Teiche und dem Altbach bis zu der Bahnstrecke, welche von Wittingau weiter gegen Chlumec führt, erstreckt und fast ausnahmslos bewaldet ist. Es fängt hinter den Einschichten „Na kopečku“ an und ist durch einen Streifen von Kartoffel-, Hafer- und Roggenfeldern von der Stadt getrennt. Auf den Rainen ist *Camelina sativa*, besonders in den Kartoffelfeldern *Linaria arvensis* und zerstreut *Lepidium campestre* zu beobachten.

Die Wälder sind nicht einheitlichen Schlages. Es überwiegen Kiefernwälder, die besonders auf dem Sandboden vorzüglich gedeihen. Man kann hier prachtvolle Bäume beobachten, deren reichverzweigte Wurzeln sich oft bedeutend hoch über den Sand emporheben, und auf deren Stämmen hier und da der auffallende *Polyporus sulfureus* siedelt oder in den Kronen das *Viscum album* schmarotzt. Wo Torfboden vorhanden ist, gedeihen viel bester Fichtenbestände; oft ist aber der Torf mit dem Sande im wechselnden Verhältnisse gemischt, was neben dem Feuchtigkeitsgrade den Vegetationscharakter sehr beeinflußt. Ein sehr

nasser, torfiger Boden ist für einen Fichten-, Kiefern- oder Eichenbestand gänzlich ungeeignet. Hier bilden die Erlenbrüche eine natürliche Formation, und merkwürdigerweise kommen hier auf solchen Stellen auch Birkenwäldchen zum Vorschein. Der Torf, der hier auf dem Ton oder auf einer Sandschicht lagert, ist meist ein Heidetorf; er ist aber in der Regel nicht zu sehr tief (selten über 2 m) und wird hier nicht gestochen.

Wie gesagt, kommen in erster Reihe die Kiefernwälder in Betracht, eine wohl ganz natürliche Lebensform auf dem lockern Sandboden. Ihr Unterwuchs besteht zumeist aus Heidepflanzen, mit denen die Kiefer viele gemeinschaftliche Züge hat. Ganze Strecken bedeckt die Heidelbeere, auf mehr offenen Stellen auch die Preißelbeere oder ein Gemisch von beiden Arten. *Pteris aquilina* ist eine der charakteristischen Pflanzen der Kiefernwälder; besonders die Waldränder und dann die Holzschläge weisen Exemplare von beachtenswerter Höhe auf. Es ist dies ganz natürlich, daß selbe bei so häufigem Vorkommen mehrere, systematisch jedoch minderwertige Formen ausgebildet hat; auch die var. *lanuginosa* ist stellenweise vorhanden. Mitunter ist das Unterholz durch Brombeer-Dickichte vertreten oder von Gräsern gebildet. *Deschampsia flexuosa* ist neben *Festuca*-Arten, *Nardus* und *Calamagrostis*-Arten in erster Reihe zu erwähnen. Auch *Carex pilulifera* und *leporina* kommen häufig vor. Die Kiefernwälder des Wittingauer Beckens sind also nicht immer trocken; zahlreiche Bächlein und Rinnen versorgen den Sandboden mit hinreichender Wassermenge, und wenn auch in den heißen Tagen die obern Schichten rasch austrocknen, so sind die untern, die bei der Wasseraufnahme eine weit wichtigere Rolle spielen, stets noch feucht. Damit hängt auch hie und da ein üppiger Unterwuchs zusammen. In erster Reihe sind es zahlreiche Farnkräuter, deren große Fächer mit dem freudig grünen Laube einen belebenden Reiz in die eintönige Waldflora bringen. Zu den verbreitetsten Arten gehört hier *Aspidium spinulosum*: die häufigste Form desselben ist die schöne var. *elevatum*, die sich durch das helle Grün des Laubes, durch die im Umrisse länglichen, aufrechten Blätter mit verlängerten Blattstielen und durch die sehr entfernten untern Abschnitte 1. Grades leicht kennbar macht. Die dunkelgrüne var. *dilatatum*, die in den meisten Waldgegenden viel häufiger ist, ist daselbst selten. Auch das *Athyrium filix femina* ist allgemein verbreitet, wogegen das *Aspidium filix mas* merkwürdigerweise im ganzen Schloßrevier selten auftritt. Auch das *Polypodium vulgare*, *Dryopteris* und *Phegopteris* (letzteres besonders wichtig) kommen nicht selten vor. In den Kiefernwäldern, wo wenigstens der Untergrund feucht ist, gruppiert sich *Stellaria Frieseana* zu großen Kolonien, die sonst gerne in tiefen Moorsümpfen, auf faulenden Baumstämmen und Stümpfen siedeln.

Die Fichtenbestände ähneln im Unterholze manchmal ganz den Kiefernwäldern, und es wäre schwer, einen haltbaren Unterschied zwischen beiden herauszufinden. Je eingehender wir die

Flora der hiesigen Fichtenbestände studieren, desto einleuchtender wird uns der Gedanke, daß hier dieser Baum eigentlich keine natürliche Formation bildet; die meisten für die hercynischen Wälder des niedern Berglandes (oder des höhern Hügellandes) so charakteristischen Arten fehlen hier total oder kommen nur so vereinzelt vor, daß sie als formationsbildende Elemente nicht bezeichnet werden können. Es läßt sich nicht bestreiten, daß sich hier eine ganze Reihe interessanter „Facies" konstatieren ließe, z. B. Fichtenwälder mit dem Unterwuchse der Vaccinien, der Farnkräuter, Brombeersträucher, Sumpfpflanzen, Bruchwaldarten oder Moorpflanzen. Aber dies sind keine Pflanzenvereine, die zu der Fichte gewisse Beziehungen zeigen würden, und können sensu stricto nicht als „Formationen" bezeichnet werden, da man unter dieser Benennung nur natürliche, durch ähnliche Lebensbedürfnisse und ähnliche Standortsanpassungen bedingte Pflanzenvereine versteht.

Im ganzen könnte man sagen, daß die Fichtenwälder einen größern Reichtum an Moosen aufweisen, obzwar gewöhnlich auch die Ubiquisten wie das *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme*, *Schreberi* lange Strecken beziehen. Nur manchmal zeigt sich ein bunteres Moosleben und eine größere Auswahl von Arten, die größtenteils zu den Gattungen *Hypnum*, *Amblystegium*, *Mnium*, *Brachythecium*, *Plagiothecium* (auch das *Pl. spinulosum*), *Dicranum* gehören. Die schönste böhmische *Hypnum*-Art, das zierliche und stattliche *H. Crista castrensis*, wurde daselbst zum erstenmale in Böhmen mit Früchten angetroffen. Auch die *Polytrichum*-Arten sind häufig und kommen teilweise mit verschiedenen Flechten *(Cladonia, Cornicularia, Peltigera)* vor. Das charakteristische *Dicranum montanum*, die rundlichen Polster des *Leucobryum glaucum*, die glänzenden des *Dicranum flagellare* und auf altem, faulendem Holze die *Tetraphis pellucida*, *Homalia trichomanoides* oder *Isothecium myurum* sind erwähnenswert. Auch die Lebermoose sind hier recht mannigfaltig: natürlich spielt dabei das gewöhnliche *Mastigobryum trilobatum* (ähnlich wie aus den Laubmoosen *Ceratodon purpureus* und *Webera nutans*) durch sein massenhaftes Vorkommen die Hauptrolle. Besonders dort, wo die Fichtenbestände an der Stelle alter Moore sich befinden, konzentriert sich in den Drainagegräben ein reges Moosleben, an dem *Plagiothecium*-Arten, *Cephalozien*, *Pellia*, *Marchantia* etc. Anteil nehmen. Die *Frullania dilatata* liebt einen ähnlichen Standort wie *Tetraphis*. Gerade in dem Schloßrevier (im Straßengraben des Weges nach Holice) kommt eine interessante *Jungermannia*-Art vor, nämlich die *J. Binderi* Vel., die kleine, kompakte Rasen auf dem mäßig feuchten bis trockenen, sandigen Seitenwänden bildet.

Der *Cytisus biflorus*, der für die Wittingauer Gegend angegeben wurde, den ich aber selber nicht gesehen habe, wird wohl der Kiefernwaldflora angehören. Wenn man wollte, könnte man auch in den Kiefernwäldern mehrere Facies unterscheiden. Sie würden sich teilweise mit einigen Facies der Graebneri-

schen Waldheiden und zwar der Kiefernheide mit Vorherrschen von *Rubus*-Arten, mit Vorherrschen von Gräsern, mit Vorherrschen von *Vaccinium Myrtillus* und *Vitis idaea* etc. decken.

Wie ich seinerzeit bei der Schilderung der hercynischen Waldformationen des Brdygebirges nachgewiesen habe, ist zwischen der Flora der Holzschläge der Fichten- und Kiefernwälder — natürlich unter der Voraussetzung, daß sonst alle Umstände gleich sind — kaum ein Unterschied wahrnehmbar. Im Schloßrevier läßt sich auch gut beobachten, daß sich die Flora in erster Reihe nach der Bodenart und ihren physikalischen Eigenschaften, kaum aber nach der gefällten Baumart richtet. So sah man auf einem Holzschlage in der Richtung gegen den Rosenberger Teich das zweite Jahr nach der Kiefernwaldabstockung fast ausschließlich das hohe, rotblühende *Epilobium angustifolium* herrschen. Jetzt, zwei Jahre später, hat der Holzschlag eine ganz andere Physiognomie angenommen: das *Epilobium*, welches riesig schnell so große Flächen allein beherrschte, wozu die dünnen, langkriechenden Rhizome und die zahlreichen Samen, die der Wind leicht verbreitet, beigetragen haben, blieb nur in einigen einzeln stehenden Rudeln übrig. Dafür erschienen viele, vorher nur ganz untergeordnet vorhandene Arten in Menge, und der Holzschlag verwandelte sich in ein teilweise heideartiges Gebilde, teilweise trat auch eine andere Holzschlagflora auf. Wir konnten z. B. beobachten:

Calluna vulgaris (sehr viel),
Vaccinium Myrtillus } stellenweise
„ *Vitis idaea* } sehr gesellig,
Danthonia decumbens (viel),
Melampyrum pratense,
Cytisus nigricans,
Smilacina bifolia (wenig),
Luzula pilosa,
Veronica officinalis,
Hieracium murorum,
Lactuca muralis,
Melica nutans (nicht viel, ist überhaupt im Gebiete auffallend selten),
Deschampsia flexuosa (sehr viel),
Epilobium angustifolium (nicht viel),
Potentilla Tormentilla,
Pteris aquilina,
Carex brizoides (ganze Grasteppiche),
Solidago Virga aurea,
Equisetum silvaticum,
Juncus effusus (viel), *Leersii* (wenig),
Oxalis Acetosella,
Anemone nemorosa,
Succisa pratensis,
Holcus lanatus (viel).

Eine der seltenern Kiefernwaldpflanzen ist hier die schöne *Chimophila*, die gewöhnlich in Gesellschaft einer andern *Pirola* vorkommt; bloß *Monesis* scheint nur in Fichtenwäldern heimisch zu sein; im Schloßreviere kommt sie auf mehrern Stellen, aber immer nur auf ganz beschränkten Plätzen vor. Auch die nicht häufige *Epipactis latifolia* sucht mit Vorliebe die Ränder der Fichtenwälder auf.

Ein schöner Erlenbruch, in dem nebst der Schwarzerle auch *Alnus viridis*, *Betula verrucosa* und *pubescens* und wiederum *Salix pentandra* vorkommt, enthält *Circaea alpina*, *Stellaria pu-*

lustris, *Aspidium cristatum*, *Thelypteris*, *Calla palustris*; auch die seltene Orchidee *Goodyera repens* wurde hier gefunden.

Von den Bärlappen kommt hier *Lycopodium clavatum* und ziemlich häufig auch das *L. annotinum* vor. Auf einer Stelle, wo früher ein Kiefernwald stand, der unlängst der Axt des Holzhauers zum Opfer fiel, findet sich ein absterbendes Heidemoor. Aus der ursprünglichen Vegetation blieben nur kleine *Ledum*-Gebüsche, robuste Rasen von *Eriophorum vaginatum*, Hügelchen mit *Oxycoccos* und *Vaccinium uliginosum*, einige *Carices*, *Calamagrostis arundinacea* und *Halleriana* übrig.

In den Bächlein mit klarem Wasser flutet stellenweise dicht *Fontinalis squamosa*.

Prenanthes kommt nur einzeln und in kleinen Individuen vor; kleine *Sphagnum*-Inseln (oft auf feuchtem Sand) mit *Oxycoccos* und *Eriophorum vaginatum* sind mehrfach vorhanden; eine Torfbildung ist aber nicht wahrzunehmen.

Auf dem Boden mit übermäßiger Ansammlung organischer Stoffe fand ich hier auf mehrern Stellen *Illecebrum*; auf mehr sandigem Boden gesellt sich zu ihm manchmal *Radiola* und *Juncus capitatus*.

Gleich hinter der Bahnstrecke im sogen. Hrádeček, welcher sich eigentlich schon außerhalb der Reviergrenzen befindet, kommen interessante, grasige, teilweise wiederum heideartige Triften vor. Auf ihnen sah ich:

Arnica montana, *Orchis maculata* (auch weißblühend), *Platanthera solstitialis*, *Scorzonera humilis*.	Alle ziemlich häufig.

In der Nähe war der feuchte, sandige Waldrand mit *Polypodium Phegopteris* bewachsen.

Auch die Pilzflora ist nicht uninteressant, besonders in den mäßig trockenen, sandigen Kiefernwäldern, deren Ränder zumeist *Scleroderma*-Arten beherbergen. Auch der gewöhnliche *Boletus bulbosus* ist durch sein häufiges Vorkommen (auch in der Zeit der schwachen Regen) charakteristisch; die in den Kiefernwäldern wachsenden Herrenpilze zeigen immer eine auffallende dunkle Färbung; nebst ihnen kommt z. B. der *Boletus cyanescens*, *variegatus*, auch die eßbare *Amanita rubescens*, *Clytocybe* etc. vor.

Die Bruchwälder und die andern Formationen, die sich ebenfalls im Schloßrevier befinden, werden bei der Schilderung der Teiche bei St. Veit und des Rosenberger Teiches, in deren Nähe sie liegen, erwähnt.

5. Der Goldbach.

Der Goldbach, die größte Abflußrinne der Gegend, die einem kleinen Flusse ähnelt, zieht sich in der Länge von 45 km von dem Lužnicer Flusse, bei den Einschichten Pilaře beginnend, knapp an Wittingau vorbei und ergießt sich erst in der Nähe

von Veselí wieder in die Lužnice. Er weist sowohl eine Uferflora als auch eine Wasserflora auf. Aus der letztern sind z. B. *Elodea*, *Zanichellia palustris*, *Callitriche hamulata*, *Potamogeton acutifolius*, *obtusifolius*, *luceus*, *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar pumilum* und *Nitella flexilis* zu nennen. Leider (vgl. auch S. 324) hat stellenweise die erstgenannte Art alle ihre Mitbewerber verdrängt und füllt dicht den ganzen Goldbach aus.

Von den genannten Arten ist erstens interessant das *Nuphar pumilum*, welches mehr den Bergseen eigen ist und im Böhmerwalde wiederum in ziemlich hohen Lagen vorkommt. Was die *Callitriche hamulata* betrifft, s. S. 326.

Die Uferflora besteht natürlich erstens aus großen Bäumen, zweitens aus Sträuchern und drittens aus einer üppigen Vegetation, die meist aus großen Stauden zusammengesetzt wird und viele Beziehungen zu den Erlenbrüchen aufweist. Stellenweise findet man knapp an dem Goldbach eine schöne Bruchwaldflora, die besonders durch das Vorkommen der *Calla palustris* charakterisiert wird.

Übrigens können wir folgende Bestandteile dieser Ufervegetation anführen:

Alnus glutinosa, *viridis*, *incana*, *pubescens*.
Salix pentandra, *purpurea*, *aurita*, *viminalis*, *cinerea* etc.
Populus alba, *Tremula*, *Spiraea salicifolia*, *Frangula Alnus*, (*Rhamnus cathartica*),

Spiraea Ulmaria, fast nur *denudata*.
Cicuta virosa.
Selinum palustre.
Lythrum Salicaria.
Epilobium-Arten.
Mentha-Arten.
Rumex- und *Polygonum*-Arten.
Naumburgia thyrsiflora.
Lysimachia vulgaris.
Barbarea stricta (zerstreut).
" *vulgaris* (häufiger).
Roripa silvestris.
Impatiens parviflora (stellenw. in Menge, z. B. in der Nähe von dem Opatovicer Teiche).

Zahlreiche, meist hochhalmige *Glumiflorae* u. a. m. Mitunter stellen sich auch die Arten der Röhrichtformation ein.

6. Der „Svět“-Teich und die südliche Umgebung von Wittingau.

Knapp an die Südseite der Stadt Wittingau schließt sich dieser Teich, der zweitgrößte in dem ganzen Becken, an. Wie überall auf den Teichdämmen ruhen auch hier hundertjährige Eichen: daselbst kommt auch nicht häufig das zierliche, spätblühende *Andropogon Ischaemum* vor, wieder einer der Xerophyten, die in dieser Gegend so selten sind. Auf der Südostseite befindet sich das fürstliche Schloß und ringsum ein ganz netter Park, in dem uns wiederum die schönen Grasteppiche, die den hiesigen natürlichen Formationen abgehen, am meisten anlocken. In der Nähe des Schlosses fand ich heuer *Clematis Vitalba*, *Polygonum Sacchalinense* und *Lupinus luteus* vollständig verwildert. Bei dem Teiche, hinter einer Zone mit überwiegen-

den Riedgräsern kommt ein zumeist von ganz niedriger Vegetation gebildeter Streifen, der als Überrest der Formation des nackten Teichbodens geblieben ist. Interessant ist es, daß sich hier, an der Südostseite des „Světⁿ-Teiches auch in den Jahren, wo der Wasserstand ziemlich hoch ist, wenigstens einzelne Arten der genannten Formation stets erhalten, was bei andern Teichen nur selten zutrifft, wohl aber bei Ablassen der Teiche allgemein wird. Es kommen hier alljährlich vor:

Litorella (ganze charakteristische Grasteppische bildend, auch in der flutenden Form).
Heleocharis acicularis, ähnlich wie die vorige Art, aber noch weit häufiger.
Juncus bufonius, Scirpus palustris, Leersia oryzoides.
Spergularia rubra und noch häufiger *S. echinosperma.*
Bidens radiatus in der kleinen Form, *Gnaphalium luteoalbum.*
Lupinus luteus ziemlich häufig, aber wenig blühend, wohl durch die Wellen über den Teich vom andern Ufer, wo er im Vorjahre auf einem Felde gebaut wurde, herübergetragen. Ebenso tritt hier ziemlich zahlreich eine schwache Form einer *Centaurea Cyanus* auf, deren Samen von den benachbarten Feldern eingeschleppt wurden.
Im seichten Wasser bildet *Carex acutiformis* große Bülten, hinter denen noch Streifen von *Glyceria fluitans* vorkommen.
Carex ampullacea, Veronica scutellata, Elatine Hydropiper, Radiola.

In kleinen Weihern findet sich *Sparganium simplex, Potamogeton natans*, halb im Wasser *Ranunculus Flammula, sceleratus* und *Myosotis caespitosa.* In dem Teiche kommt *Chara coronata* vor.

Weiter hinter dieser Vegetation befinden sich heideartige Durchtriebe, auf denen sich zu der *Calluna Potentilla Tormentilla, Polygala oxyptera, Anthoxanthum, Carex hirta, vulpina* und *Scirpus maritimus congestus* gesellen.

In der Richtung gegen Domanín zu sieht man auf einem niedrigen Hügel eine recht typische Heide, deren Zusammensetzung folgende ist:

Calluna vulgaris (sehr viel, meist tonangebend).
Juniperus communis (kleine Sträucher, zerstreut).
Scleranthus perennis.
Anthoxanthum odoratum.
Platanthera solstitialis (nicht selten).
Equisetum arvense (teilweise in der *f. decumbens*).
Avena pubescens.
Carex pallescens.
Hypericum perforatum.
Vaccinium Myrtillus.
Galium silvestre scabrum.
„ *Mollugo.*
Veronica officinalis.
Polygala vulgaris.
Arnica montana (einzeln).
Chrysanthemum Leucanthemum.
Erigeron acer.
Potentilla argentea.
Antennaria dioica.
Carlina vulgaris.

Deschampsia flexuosa. *Rosa* sp?
Leontodon hastilis. *Hieracium Pilosella.*
Potentilla Tormentilla. *Achillea Millefolium.*
Briza media. *Galium verum.*
Thymus ovatus.

Tiefer unten liegt ein kleiner Teich, von Torfwiesen umgeben: daselbst kommt *Cardamine pratensis*, *Solidago Virga aurea*, *Scorzonera humilis*, *Potentilla norvegica*, *Leersia* und *Carex Oederi* vor.

Im weitern Verlaufe sehen wir längs des Teiches hinter einem mehr oder weniger breiten Streifen der Strandflora, die sich im ganzen wiederholt, verschiedenartig ausgebildete Heidewiesen. Eine schöne Facies, die wir auch in andern Teilen unseres Gebietes antreffen werden, sind die *Arnica*-Heidewiesen, die mit Hunderten von großen goldgelben Blüten der *Arnica montana* besät sind, zu der sich bald die, bald wieder jene der sich stets wiederholenden Heidepflanzen gesellen.

Noch interessanter ist eine andere Wiesenformation, die *Scorzonera humilis*-Wiesen (die z. B. auch im Brdygebirge erscheinen), auf denen der Grasteppich größtenteils durch die dicht nebeneinander stehenden, aufrecht gerichteten Blätter der Leitart ersetzt wird. Die genannte Art blüht hier aber verhältnismäßig wenig, was vielleicht eben durch die zu dicht und sich im Wege stehenden Pflanzen zu erklären ist. Mehr als eine Zufallsform, als eine Varietät wird hier die *Sc. humilis ramosa* angetroffen. Auf den *Scorzonera*-Wiesen kommen hier vor: *Achillea Ptarmica*, *Gymnadenia conopea* (vereinzelt), *Nardus stricta*, *Orchis Morio*, *O. Traunsteineri* (!), *Polygala vulgaris* und in den feuchtern Partien *Valeriana dioica*, *Equisetum silvaticum*.

Ganz ähnliche *Scorzonera*-Wiesen sind auch in der Nähe von Přeseka entwickelt; dort kommt auch *Platanthera solstitialis* vor.

Die westliche, in die Länge gezogene Teichecke findet ihre Fortsetzung in einem Bächlein: das sich durch ein ganz niedriges Tälchen unter dem Dorfe Libín hinzieht. Vilhelm a. a. O. Seite 12—13 beschreibt vom Ende dieses Tales auf sanft sich erhebendem Terrain ein ganz kleines Heidemoor, das in einem vom Letten gebildeten Bassin entstanden ist und eine Fläche von nur etwa 20 qm einnimmt. Nebst verschiedenen *Sphagnum*-Arten wird das Moor besonders von einigen *Hypnum*-Arten gebildet, von denen *H. stramineum*, *cuspidatum*, *intermedium*, *vernicosum*, *exannulatum*, *fluitans*, *stellatum* genannt werden. Nebstdem kommen dort z. B. große Rasen des *Eriophorum vaginatum* und *alpinum*, *Juncus effusus* und zerstreut *Pedicularis silvatica* vor (die in der Gegend weit seltner ist als *Ped. palustris* und zumeist sogar fehlt). In den kleinen Tümpeln mit stinkendem, rotem und fettem Wasser blüht *Utricularia minor*, in den Moospolstern kriecht *Oxycoccos* herum; daselbst bilden auch die schon erwähnten *Drosera*-Arten mit ihrem Bastarde rote, auffallende Kolonien.

Von dem genannten westlichen Ende des Teiches ziehen sich längs des Baches, dessen Ufer Erlen- und Weidengebüsche sowie die *Spiraea salicifolia* und *Ulmaria* schmückt, ziemlich große Wiesenmoore, die stellenweise stark versumpft sind und zumeist eine reiche *Cariceten*flora führen. Weiterhin von dem Teiche haben diese Wiesenmoore einen veränderten Habitus. Sie sind größtenteils sehr gut drainiert und nebst sauern Gräsern auch mit zahlreichen süßen, zumeist Kulturgräsern verwachsen, was ihre schöne grüne Farbe schon von der Ferne verrät. *Succisa pratensis* und *Parnassia palustris* schmücken im Spätsommer diese Wiesen, die zugleich auch den bekannten Standort des frühblühenden, von Velenovský im Jahre 1886 entdeckten *Orchis Traunsteineri* bilden. In den Abzugsgräben kommt hier häufig *Utricularia neglecta*, *Zanichellia palustris* und *Nitella flexilis* vor.

Eine der interessantesten Arten bei diesem Teiche, ja im Gebiete überhaupt, ist die hier auf einer Torfwiese von Vandas im Jahre 1886 entdeckte *Salix myrtilloides*, eine der seltensten Weiden der Moorflora, die in Böhmen noch im Adlergebirge, Isergebirge und im Böhmerwalde vorkommt, wo sie zuerst von Purkyně auf den großen Filzen bei Fürstenhut entdeckt worden ist.

Auf der Nordwestseite des „Svět"-Teiches sind an den Teichrändern ausgedehnte *Cariceten* und *Eriophoreten*, die aber bei normalem Wasserstande größtenteils unzugänglich sind. Auch kleine Moosmoore mit *Drosera*, *Potentilla palustris*, *Carex stellulata*, Wiesenmoore mit *Orchis latifolia* fehlen nicht. Die Formation des nackten Teichbodens ist hier nicht so typisch entwickelt, dafür sehen wir hier in feuchtem, sandigem Boden noch die seltenere *Elatine triandra*.

Von Wittingau kommen wir längs der Ostseite des „Svět"-Teiches zu dem Opatovicer Teiche; auf den uralten Eichen, die hier in einer Doppelreihe stehen, erblicken wir hier und da den durch die schwefelgelbe Farbe auffallenden *Polyporus sulphureus*. Der große Damm ist wieder ein Zufluchtsort einiger Xerophyten, die die Risse und Zwischenräume der Steine mit besonderer Vorliebe bewohnen. Es finden sich hier z. B. die im Gebiete seltene *Anchusa officinalis* (nicht viel), *Galium Mollugo*, *Sedum acre*, *Hieracium Pilosella*, *Koeleria ciliata*, *Potentilla argentea*, *Centaurea Jacea*, *Veronica officinalis*; über alle ragt das hohe *Echium vulgare* hervor. Es ist dies also eine ganz gewöhnliche Pflanzengesellschaft, der aber im Rahmen der hiesigen Flora eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zukommt. Die Röhrichtformation bietet nichts Besonderes; vom Interesse sind hier zwei Arten, die *Salix nigricans*, eine hauptsächlich alpine Art, die bei dem Teiche angepflanzt ist, und die ebenfalls nur angepflanzte *S. dasyclados* (nach Wichura ein Trippelbastard von S. *Capraea*, *cinerea*, *viminalis*). Auch *Coleanthus* tritt auf dem nackten Teichboden auf. In den Bruchwäldern unter dem Teichdamme kommt häufig *Calla* vor, die aber jedes Jahr nicht gleich

reich blüht. Auch *Ranunculus nemorosus* wurde in der Nähe mit *Hypericum humifusum* beobachtet; auf den mehr schattigen Lehnen des Dammes kommt noch *Thymus ovatus* f., *Agrimonia Eupatorium*, *Melandryum pratense* und *Dianthus deltoides* vor.

Hinter dem „Prater“ ist zuerst ein ganz kleiner Teich mit *Utricularien*, *Lemna minor*, *polyrhiza*, einigen *Potamogeton*-Arten, zahlreicher *Elodea* und *Riccia fluitans*. Dann folgen zwei etwas größere Teiche „Kapří“ und „Štičí“, bei denen die Röhrichte eine überaus wichtige Rolle spielen und mit den *Caricceto-Scirpeten* mehr als die Hälfte ihrer Fläche bedecken; prachtvolle Kolonien der *Nymphaea alba* stehen hier als erster Vorposten derselben. Was die Leit- und Nebenarten betrifft, finden sich hier nur die in diesem Pflanzenverein verbreiteten *Typha angustifolia*, *Iris Pseudacorus*, *Glyceria spectabilis*, *Phragmites*, *Sparganium ramosum*, *Equisetum limosum*, *Cicuta* etc. vor. Die Wiesen sind größtenteils Wiesenmoore; eine eigenartige Facies, die ich anderswo nicht beobachtet habe, bilden daselbst die großen Bestände der *Deschampsia caespitosa*, die fast ohne andere Begleitarten ganze Flächen bedeckt; nicht selten stehen ihre abnorm robusten Rasen mit ihrem untersten Teile im Wasser.

Von dort gelangen wir in kurzer Zeit zu den ausgedehnten Mooren „v borkovnách“, wo noch jetzt Torf gestochen wird. Die Torfschichten sind hier mehrere Meter tief. Das Moor erneuert sich hier nicht; auch dort, wo das schwarze Wasser unter den senkrechten Wänden der Moordämme steht, und wo fast immer ein reges Leben des *Sphagnum* und anderer Moorpflanzen zu herrschen pflegt, ist hier von einem Aufleben der schwarzen Masse keine Rede.

Große Flächen, wo früher gestochen wurde, sind jetzt mit einer *Nardus*-Heide mit *Festuca ovina* und *capillata* bedeckt. Der nicht so alte Torf ist wiederum von den auffallend smaragdgrünen Überzügen der *Dicranella cerviculata* verwachsen; neben derselben kommen nur ganz allogene Elemente (stellenweise sind auch *Rubus*-Dickichte vorhanden) zum Vorschein; teilweise sind es auch Unkräuter und Flüchtlinge der Feldflora oder Holzschlägeflora. Wir führen nur eine kleine Auswahl derselben an:

Potentilla norvegica, *Tormentilla*, *Rumex Acetosella*, *Agrostis canina*, *vulgaris*, *Cirsium*-Arten, *Deschampsia flexuosa* und *caespitosa*, *Veronica officinalis*, *Epilobium angustifolium*, *Carex leporina*, *Urtica dioica*, *urens*, *Carduus acanthoides*, *Polygonum aviculare*, *Poa*-Arten etc.

Weiterhin gegen Wittingau (in der Richtung nach dem Schloßrevier zu) ist der Boden zumeist torfig, stellenweise, wie es sekundären Tonmulden entsprechen würde, befinden sich auch ziemlich tiefe Moore, deren Torf immer in der Mitte viel tiefer ist, als an den Rändern. In einigen Durchschnitten (auch in den stellenweise tiefen Gräben) kann man dies gut beobachten: unter dem Torf befindet sich hier gewöhnlich eine 1 bis mehrere

dm mächtige Sandschicht und unter derselben der weißlichgraue tertiäre Ton.

Prachtvolle Fichtenwälder treten daselbst auf: der Boden ist überall von zahlreichen Moosen bedeckt, in denen Kolonien von *Circaea intermedia* (selten *alpina*) und viele Farnkräuter (*Aspidium spinulosum*, *Athyrium filix femina* etc.) vorkommen. Es gibt hier keinen Baumstumpf, der nicht von dichten Moospolstern überzogen wäre: nicht selten haben die Fichtenwälder auch den Charakter der Bruchwälder. Auf der Oberseite der Baumstöcke kommt hier ein sehr zartes, aber seltenes Moos, *Amblystegium pachyrhizon*, vor.

7. St. Veit und der Rosenberger Teich.

Der erstere Teich, eigentlich ein ganzes System von kleinern Teichen, liegt kaum 2 km weit gegen NO von der Stadt Wittingau. Es ist einer der interessantesten Punkte in der ganzen Gegend und zum Studium der Moorformationen besonders geeignet. Vor dem ersten Teiche befindet sich eine kleine Heidewiese, die weiterhin in eine Moorwiese, aus der sie auch entstanden ist, übergeht. Im Herbst glänzen hier die schönen, weißen Sterne der *Parnassia*, jetzt sieht man auf den trockenern Stellen *Calluna*, *Leontodon autumnalis*, *Holcus lanatus*, *Carex hirta*, *panicea*, *Nardus*, *Potentilla Tormentilla*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, weiterhin eine ganze Schar von *Carices* (*C. stellulata*, *pulicaris*, *pauciflora* (!), *vulgaris*, *filiformis*), die dann in den benachbarten Bruchwalde noch häufiger werden. Auf der Westseite grenzt an den Teich ein kleines Moor mit vielen *Sphagnum*-Arten, *Utricularia neglecta* und *ochroleuca*: letztere kommt auch in einer Landform vor.

Auf der andern Seite ist ein Wiesenmoor, in das schon mehrere Kulturgräser eingedrungen sind: *Lychnis flos cuculi*, *Spiraea Ulmaria* var. *denudata*, *Angelica silvestris* und *Valeriana dioica* wären hier zu verzeichnen.

Stellenweise ist der Boden von der geselligen *Menyanthes* bedeckt, wogegen auf dem Teichrande häufig *Iris Pseudacorus*, *Glyceria spectabilis*, *Equisetum limosum*, *Eriophorum latifolium*, *Typha* etc. zum Vorschein kommen.

Auf einer Stelle konnte man folgende Zonen unterscheiden: am tiefsten im Wasser die Zone des *Acorus*, weiterhin die Zone des *Equisetum limosum*, dann der *Menyanthes* (im seichten Wasser, eingestreut *Cicuta*, *Selinum palustre*), eine Zone des *Rhinanthus minor* (feuchte Wiese) und endlich der *Euphrasia Rostkoviana*.

Die Ufergebüsche, an deren Zusammensetzung auch *Spiraea salicifolia* und *Alnus viridis* beteiligt sind, beherbergen nebst *Calla* auch *Pedicularis palustris*, *Anemone nemorosa*, *Galium palustre*, *Lysimachia vulgaris*, *Ranunculus Flammula*. *Scirpus silvaticus* und *radicans* sind häufig; auf einer Stelle kommt

zwischen dem Grase in Menge *Sisyrinchium* vor, das wahrscheinlich durch Wasservögel hierher vertragen wurde.

Auf den trockenen Rainen bei St. Veit kommt *Hieracium Pilosella*, *Veronica officinalis*, *Hypericum humifusum*, *Calluna*, *Stellaria graminea*, *Scleranthus perennis* und *Aira caryophyllea* vor.

In der Röhrichtformation sind noch *Scirpus lacustris*, *Sagittaria*, *Sparganium ramosum*, *Typha latifolia*, in der Wasserformation *Nymphaea alba*, (*Nuphar luteum*), *Polygonum amphibium* zu erwähnen.

In den Abflußgräben kommt nebst der genannten *Utricularia ochroleuca* auch *Nitella gracilis*, auf altem Holz in der Nähe reich fruchtende *Pylaisia polyantha* und zwischen Gras *Climacium dendroides* vor.

Auf der Westseite des Teichkomplexes befindet sich die Gemeindemühle, in deren Hofe *Vicia villosa* und *Salvia verticillata* (beide nur eingeschleppt) und an den angrenzenden grasigen Abhängen häufig *Avena pubescens* vorkommen. Längs des Mühlbaches, den wieder die *Elodea* gänzlich okkupiert hat, kommen teilweise ziemlich schöne Wiesen (zumal Wiesenmoore) vor, die aber teilweise durch einen Erlenbruch von dem angrenzenden Teichel abgetrennt sind. Die Flora dieses Erlenbruches ist natürlich in erster Reihe durch die besondere Üppigkeit und durch das Vorkommen der *Calla* charakterisiert. Das verzweigte Wurzelsystem aller Bäume und Sträucher ist mit der üppigen Vegetation verwachsen; Moose nehmen daran keinen unwesentlichen Anteil. Sonst ist dieser Bruchwald floristisch kaum interessant. Es wiederholen sich hier wiederum *Salix*-Arten, *Viburnum Opulus*, *Frangula Alnus*, ganze Gebüsche der *Spiraea salicifolia*, dann *Naumburgia*, *Lysimachia vulgaris*, *Selinum*, *Caltha*, *Spiraea Ulmaria*, *Aspidium spinulosum*, *Glyceria spectabilis*, *Paris* (sonst im Gebiete sehr zerstreut), *Smilacina bifolia*, *Deschampsia caespitosa* u. a. m.

Ein noch charakteristischerer Erlenbruch, dessen torfiger Boden so schlammig naß ist, daß man ihn zumeist nicht betreten kann, findet sich bei einem andern Teiche ostwärts des letzterwähnten. Die Erlen bilden daselbst große Bäume, denen mitunter auch eine Kiefer (!) oder Fichte beigemengt ist; sonst ist die Vegetation sehr ähnlich und wiederum durch die noch häufigere *Calla* gekennzeichnet, nur *Paris* fehlt, dafür kommt hier aber noch die *Caltha* in mehrern Formen, die bald zu der *laeta*, bald zu der *cornuta* neigen, *Lycopus*, *Cirsium palustre*, *Carex brizoides curvata* (wieder ganze Teppiche), *Polygonum minus*, *Rubus Idaeus*, *Angelica*, *Carex elongata*, *Prunus Padus*, *Galium boreale*, *Circaea intermedia* vor. Die schöne *Monesis grandiflora* stellt sich ganz nahe in ziemlich trockenem Fichtenwalde mit *Polygala oxyptera* und *Epipactis latifolia* ein.

Die Schilderung aller Teiche wäre zeitraubend, und müßte man das bereits Gesagte mehrmals wiederholen. Ob in den Röhrichten die oder jene Artengenossenschaft vorkommt, ist wohl von geringer Bedeutung, da die Zerteilung der Arten

innerhalb eines so engen Umkreises mehr als eine durch zufällige Umstände hervorgerufene zu betrachten ist: sonst könnten unter denselben Standorts- und selbstredend auch Klima-Bedingungen nicht verschiedenartig gruppierte Pflanzenvereine auftreten.

Hochinteressant ist aber ein kleines, lebendes Moosmoor, zwischen einem der östlichsten Teiche und dem Walde, das noch jetzt in schönster Entwickelung ist, und wo besonders *Sphagnum*-Arten, *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum strictum*, *gracile*, *formosum* mit ihren so schön und verschiedenartig gefärbten Polstern eine meist zusammenhängende Moosdecke bilden. Einzeln stehen hier *Salix aurita* und *Pinus uncinata*. Kleine Hügelchen bildet das blaugrüne *Vaccinium uliginosum*, ihm gesellt sich wieder *Oxycoccos palustris*, die robuste *Potentilla palustris*, die zarte *Hydrocotyle* und *Viola palustris*; *Drosera*-Arten bedecken mehrere qdm große Flächen. Von den *Cyperaceen* ist in erster Reihe die kriechende *Carex chordorhiza* (siehe S. 313), dann die überall auf den Mooren häufigen *C. stellulata* und *panicea* zu nennen. In der Richtung gegen den Teichrand überwiegen stattliche *Cyperaceen*; nebst *Eriophorum*-Arten, von denen besonders das robuste *Er. vaginatum* und das seltenere *Er. gracile* zu erwähnen sind, ist es in erster Reihe *Carex filiformis*, die durch hohe Bülten weit in den Teich hineingreift. Auch *Carex teretiuscula*, *vulgaris*, *acutiformis* kommen in Menge vor. Die kleine dichtrasige *Rhynchospora alba* kommt sowohl in dem eigentlichen Moosmoor als auch zwischen dem *Caricetum* mit *Equisetum limosum*, *Lythrum Salicaria*, *Ranunculus Flammula* und *Menyanthes* vor.

Auf dem nicht so feuchten Rande des Moores bemerkt man *Scorzonera humilis* und *Genista tinctoria* oder die gemeine Heide, die sich hier auf dem trocknern Boden, wo auch das Wandern sicherer ist als in dem schaukelnden Moosmoore, in dem jede Weile das Geplätscher des Wassers unter den einsinkenden Füßen warnend ertönt, breit macht und die im Vereine mit einigen *Polytrichum*-Arten, mit *Leucobryum* und Flechten die letzten *Sphagnum*-Polster verdrängt. Auch das in kompakten Rasen wachsende *Dicranum flagellare* und die *Dicranella cerviculata*, die wiederum die nackten Seitenwände der Gräben überziehen, sind ein sicheres Anzeichen, daß sich hier das Moor im Absterben befindet, wogegen es in der Mitte noch in mächtiger Entwickelung ist.

Von St. Veit kommen wir zu dem großen Rosenberger Teiche, dem größten und bekanntesten in der ganzen Gegend. Seine Südseite (mit einer Einbuchtung gegen O.) hat große, flache Ufer, an denen sich teilweise Wiesenmoore, die in der Richtung gegen den Teich in *Cariceto-Scirpeten* und in Röhrichte, in der entgegengesetzten Richtung in Heiden und Sandfluren verlaufen), teilweise auch kleine Heidemoore mit geringer Torfbildung befinden. Auf den Heiden kommen nur *Antennaria dioica*, *Festuca*-Arten, *Deschampsia flexuosa*, *Nardus*, *Danthonia*, *Luzula campestris*, *Polytrichum* vor; beide vorletztgenannten Arten be-

decken manchmal große Strecken. Interessant ist es, die Unterschiede zwischen den Wiesen- und Moosmoren zu beobachten, die mitunter aneinander grenzen; die erstern entstehen in der unmittelbarsten Nähe des Teiches und werden zeitweise ganz überschwemmt, wogegen die letztern hinter ihnen zumeist auf fast unmerklich sich erhebendem Terrain entstehen; beide haben viele Arten gemeinschaftlich, den erstern kommt aber stets eine größere Menge von hohen *Cyperaceen* und eine schwache Torfbildung zu; sie gehen auch allmählich in die Röhrichte über. Zwischen beiden erscheint als ein Übergangsglied die keine zusammenhängende Decke bildenden *Cyperaceen*.

Von den sich wiederholenden Arten der dortigen Torfwiesen nennen wir:

Viola palustris, sehr häufig, *V. canina*, häufiger auf den Wiesen- als auf den Heidemooren.
Hydrocotyle vulgaris, verbreitet und sehr häufig.
Cardamine pratensis, *paludosa* (seltener).
Carex Oederi (viel), *vesicaria* (sehr viel), *stellulata* (ebenfalls).

Besonders bei und in den Gräben kommen vor: *Eriophorum gracile*, *Equisetum palustre*, *Ranunculus repens*, *Flammula*, *Scutellaria galericulata*, *Potentilla anserina* (häufig var. *concolor*), *Alisma Plantago*, *Alopecurus fulvus*, *geniculatus*, *Scirpus maritimus* (auch var. *congestus*), *Peplis Portula*, *Lemna polyrhiza*, *Stellaria uliginosa*, *Utricularia ochroleuca*, *Batrachium aquatile*.
Potentilla norvegica, *Hieracium Auricula*, *Polygala vulgaris*.
Carex Oederi kommt gerne auf dem feuchten Sandboden mit beiden *Drosera*-Arten vor.

Die vom Wasser herangespülten Früchte von *Sagittaria* trifft man häufig auf den Torfwiesen, selbst in bedeutender Entfernung vom Wasser.

Auf den Wiesenmooren kommt auch *Senecio barbareaefolius* nebst häufiger *Succisa pratensis*, *Hieracium umbellatum*, *Taraxacum palustre* vor. Weiterhin wechseln kleine Inseln der Sandflora mit den Sphagnum-Mooren. Daselbst kommen *Salix repens*, *Frangula Alnus*, *Molinia*, *Herniaria*, *Jasione*, *Gnaphalium luteoalbum*, *Erigeron acer*, *Lythrum Salicaria*, *Polytrichum* vor. Manchmal finden sich auf dem Sandboden die Repräsentanten der Formation des nackten Teichbodens ein; dem sandigen Substrat entsprechend sind es z. B. *Juncus Tenageja*, *Heleocharis ovata*, *Radiola*, *Bidens radiatus* u. a. Auch *Rumex aureus* kommt vor.

Gegen Neu-Lahm treten schon typische Sandfluren auf: aus den Sträuchern sind nebst den *Salix*-Arten besonders die kleine Haine bildende *Populus Tremula* zu erwähnen. Die Sandflur, die man hier als *Teesdalia*-Sandflur bezeichnen könnte, zeigt folgende Zusammensetzung:

Teesdalia nudicaulis (ser viel),
Scleranthus perennis,
" *annuus*,
Potentilla argentea, *typica*. var. *incanescens* und *demissa*,
Hypericum perforatum,
" *humifusum*,
Racomitrium, *Cladonia*,
Oenothera biennis,
Epilobium angustifolium,
Veronica Dillenii (viel),
Filago minima,
Herniaria glabra,
Viola palustris, *canina*,
Aira caryophyllea.

Auf dem Damme gegen Alt-Lahm kommt *Barbarea stricta* und *Valeriana sambucifolia* vor.

Noch vollkommener ist die Sandflora zwischen Neu- und Alt-Lahm entwickelt. Wir wollen nur die daselbst verbreitetste, interessante *Scleranthus perennis*-Facies anführen. Dieselbe Art bedeckt eine Fläche von mehreren Aren; zu ihr gesellen sich folgende Arten:

Achillea Ptarmica, *Carex hirta* (viel), *vulgaris*, *Leontodon hastilis*, *autumnalis*, *Viola arenaria*, *Potentilla argentea*, *Poterium Sanguisorba*, *Hypochoeris radicata*, *Thymus angustifolius* (selten), *Racomitrium*.

Die genante *Thymus*-Art kommt häufiger auf dem Teichdamm auf der Nordseite mit *Sedum acre*, *Dianthus deltoides*, *Veronica Dillenii*, *Verbascum nigrum* vor.

8. Die Umgebung von dem Neubache, besonders das Mlaka-Revier und der Modřic-Wald.

Aus dem Schloßrevier gelangen wir über das Hegerhaus Holicky zu dem Altbache. Die Raine vor dem Hegerhause sind nebst dem unvermeidlichen *Dianthus deltoides*, *Festuca*-Arten etc. stellenweise ganz von *Hieracium Pilosella* und *H. Auricula* bewachsen. Der gleich auffallende Bastard *(H. bifurcum)* tritt zwar selten, aber immer sehr gesellig unter ihnen auf. Zwischen dem Altbache und dem Teiche Nový Vdovec steht ein prächtiger Fichtenhochwald mit einer sehr armen Flora. Nur stellenweise ist der Boden versumpft, und da treten einige Arten der Bruchwälder auf (*Calla*, *Stellaria Frieseana*, zahlreiche Farnkräuter). Sonst fesselt unsere Aufmerksamkeit der schöne *Dianthus Seguierii*, dessen große, sich Ende Juli öffnende Blüten dem lockern Grasteppich einen besondern Reiz verleihen. Die sandigen Wege sind durch *Spergularia rubra*, *Teesdalia* und *Corynephorus* gekennzeichnet.

Die Flora des großen Teiches ist nicht interessant; auch auf dem Damme kommen nur ganz gewöhnliche Pflanzen wie *Deschampsia flexuosa*, *Calluna*, *Hieracium Pilosella*, *Verbascum phlomoides*, *Silene nutans* (viel), *Thymus ovatus*, *Pteris*, *Veronica officinalis*, *Jasione*, *Scleranthus perennis*, *annuus*, *Prunus spinosa* (ziemlich viel, ist sonst in der Gegend nicht verbreitet), *Hypericum hirsutum*, *Hieracium murorum*, *Turritis*, *Humulus* etc. vor.

Interessanter ist der im NW. gelegene kleinere Teich Starý Vdovec, wo sich nebst den überall auftretenden Röhrichten

prachtvolle *Eriophoreten* befinden, die mit den schönen, überhängenden Ähren ganze Flächen wie mit Schnee bedeckt erscheinen lassen und gewöhnlich *Cariceten* in ihrer Nachbarschaft haben. Hinter ihnen ist hier ein schönes, lebendes Moosmoor, in dem z. B. *Carex panicea*, *stellulata*, *vulgaris*, *ampullacea*, *Oederi*, *Scirpus palustris*, *Pedicularis palustris*, *Drosera rotundifolia*, *Lycopodium inundatum*, *Juncus filiformis*, *Molinia*, *Nardus* (sehr viel) vorkommen. Wo das Moor langsam austrocknet, zeigen eine besondere Lebenskraft *Vaccinium Myrtillus*, *Calluna*, *Nardus*, *Carex pilulifera*, *Polytrichum*, die langsam die Umwandlung der Heidemoore in Heiden bewerkstelligen, wie es gleich ein paar Schritte weiter bis zum Kiefernwaldrande zu sehen ist. Daselbst herrscht schon *Calluna* mit zahlreicher *Arnica montana*, *Hieracium Pilosella*, *Campanula patula*, *Dianthus deltoides*, *Platanthera solstitialis*, *Trifolium campestre*, *Potentilla Tormentilla* vor.

Auf den sandigen Rainen ist überall *Teesdalia* zu finden. In den Kartoffelfeldern (!) ist hier fast alljährlich *Illecebrum* sehr verbreitet: es bildet so große Polster, daß es die Leute als Streu benutzen.

Hinter dem Forsthause Wittmannov befinden sich wieder ausgedehnte Heideformationen, die jetzt bewaldet werden; es ist interessant, zu bemerken, daß sich vor Jahren an dieser Stelle stark gedüngte Felder befanden, wonach man nach der jetzigen Vegation (*Calluna*, sogar *Platanthera!*, *Holcus lanatus*, *Potentilla Tormentilla*, *Festuca ovina*, *Nardus*, *Luzula campestris*, *Scorzonera humilis*, *Vaccinium Myrtillus*, *Veronica officinalis* etc.) kaum schließen würde. Sonst weist diese Gegend, wo in der letzten Zeit mehrere Teiche neu angelegt wurden, kaum etwas Neues auf; allerdings kommen hier schöne, wenn auch kleine Moosmoore, Wiesenmoore, sehr ausgedehnte *Eriophoreten*, *Cariceten*, Röhrichte vor, die dem bunten Leben der vielen Wasservögel als Zufluchtsstätte dienen. Vor Leština kommt auf den Wiesen sehr häufig *Rhinanthus minor* und zerstreut *Orchis Morio* vor.

Der Neubach von der Leština bis zu der Bašta ähnelt viel mehr einem Teiche; er erreicht hier eine Breite von circa 600 Schritten. Sein mächtiger Damm, auf dem z. B. *Barbarea stricta*, *Scirpus maritimus*, *Matricaria inodora*, *Senecio Jacquini* (viel), *Oenothera biennis* etc. sehr häufig vorkommen, ist wiederum von großartigen Rieseneichen, die über 300 Jahre alt sind, besetzt; stellenweise sind sie durch ebenfalls schöne Lindenbäume oder alte prachtvolle Kiefern, wie man sie jetzt in Böhmen selten so groß und schön vorfindet, ersetzt. Bei Bašta ist ein Grasplateau und hinter ihm eine der schönsten Eichengruppen.

Der Weg auf dem Damme ist herrlich; im Wasser spiegeln sich die langen Blätter von beiden *Typha*-Arten, die quergefalteten Blätter von *Acorus*, die steifen von *Iris* und die mehr schlaffen von *Glyceria spectabilis*. Die schönen Teichrosen sowie auch die Seerosen bilden prachtvolle Kolonien; auf dem andern Ufer tritt als Hintergrund der dunkle Kiefernwald hervor.

Der Neubach hat viele Windungen, die oft austrocknen: dann besiedeln sie die Arten der Formation des nackten Teichbodens: auch das seltene Gras *Coleanthus subtilis* in Gesellschaft von *Carex cyperoides*, *Juncus supinus*, *Illecebrum*, *Bidens radiatus* etc. kommen hier wieder zum Vorschein.

Aber weithin interessanter sind die großen Erlenbüsche, die sich auf der andern Seite des Dammes befinden. Der torfige Boden ist hier zumeist ganz dünnflüssig und trotzdem mit einer äußerst üppigen, an die Üppigkeit der Urwälder erinnernden Vegetation bedeckt. Ja, die Pflanzen wuchern hier so großartig, daß man in diesem Gemisch von Grün die einzelnen Bestandteile dieser Formation auf den ersten Blick nicht einmal zu unterscheiden vermag. Die Hauptrepräsentanten wären:

Calla palustris (sehr viel), *Potentilla palustris*, *Peucedanum palustre*, *Solanum Dulcamara*, *Lycopus europaeus*, *Iris Pseudacorus*, *Stellaria Frieseana*, *Circaea Lutetiana*, *Caltha palustris*, *Valeriana sambucifolia* (eine ziemlich schmalblätterige Form), *Menyanthes trifoliata*, *Cicuta virosa*, *Impatiens Noli tangere*, *Angelica silvestris*, *Myosotis palustris*, *Galium palustre*, *uliginosum*, *Ranunculus Flammula*, *Spiraa Ulmaria*, *Deschampsia caespitosa*, *Aspidium cristatum*, *spinulosum*, *Athyrium filix femina*, *Rubus Idaeus*, *Prunus Padus*, *Frangula Alnus*, *(Rhamnus cathartica)*, *Alnus glutinosa*.

Auch die Fichtenwälder, in denen Schwarzerlen nur beigemischt vorkommen, haben stellenweise den Charakter der Bruchwälder: äußerst zahlreich und gesellig kommt da *Carex brizoides* vor; nebstdem wären z. B. zahlreiche Farnkräuter, *Circaea*, *Thalictrum aquilegiifolium*, *Senecio rivularis* etc. zu verzeichnen. Auch die *Arabis Halleri*, eine ursprünglich montane Art, kommt am Neubach vor; sie steigt überhaupt in der hercynischen Flora Südböhmens merkwürdigerweise tief hinab (z. B. ins Brdygebirge, dann bei Tábor etc.).

Der Bašta gegenüber treffen wir am Sandboden einen lockern Eichenbestand, in welchem eine Sandflurflora in folgender Zusammenstellung vorhanden ist:

Aira caryophylla (eine sehr robuste Form), *Teesdalia nudicaulis*, *Potentilla argentea*, *Hieracium Pilosella*, *Verbascum nigrum*, *Hypericum perforatum*, *Luzula campestris*, *Holcus mollis* (nicht viel, im Gebiete überhaupt selten), *Scleranthus perennis*, *Carex pallescens*, *Veronica officinalis*, *Filago minima*, *Veronica Dillenii*, *Thymus ovatus*, *Herniaria glabra*, *Anthoxanthum*, *Dianthus deltoides*.

Von Bašta können wir über den Altbach durch das Schloßrevier nach Wittingau zurückkehren. Auf dem Wege erblicken wir wieder an den sandigen und grasigen Waldrändern den schönen *Dianthus Seguierii* und hier und da im Walde das *Lycopodium annotinum*.

9. Rotes Moos bei Šalmanovic[1].

Das rote Moos bei Šalmanovic, oder richtiger zwischen Georgental und Bor ist eines der interessantesten in der ganzen Gegend und unterscheidet sich von allen bisher geschilderten Mooren dadurch, daß hier die *Ericaceen* einen Hauptanteil an der Vegetation haben. Höchstens noch die großen Moore bei Borkovic könnte man mit ihnen vergleichen. Die Flora der umliegenden Waldungen, besonders gegen Gratzen, die von der Wittingauer ebenfalls wesentlich abweicht, wird im nächsten Kapitel geschildert werden.

Wenn wir von Georgental gegen Norden abbiegen, so passieren wir bald heideartige Durchtriebe, auf denen besonders häufig *Carex pilulifera* vorkommt, ganze Bestände bildend, zumeist von *Cintractia* infiziert und stellenweise bis in die ganz typische Varietät *longibracteata* übergehend, zu ihr getellt sich herdenweise *Nardus*, *Deschampsia flexuosa*, *Potentilla Tormentilla*, *Molinia varia*, *Carex panicea*, *pallescens*, *flava*, *Viola silvestris*, *canina*, *Platanthera solstitialis*. Hier und da stehen Sträucher von *Salix aurita* oder *Betula verrucosa*.

Als erster Vorbote des Torfbodens erscheint hier *Vaccinium uliginosum*. Das tote Heidemoor ist hier sehr ausgedent und in der Mitte sicher über 6 m tief; je weiter wir gehen, um so tiefer ist das Moor, und demgemäß schaukelt auch das elastische Substrat unter unsern Füßen. Eine üppige Moos- sowie auch Phanerogamenflora findet sich nur in den Gräben und dort, wo schwarzes Wasser steht. Nebst der *Utricularia neglecta*, die stellenweise die Drainagegräben ganz erfüllt, kommen hier z. B. *Peucedanum palustre*, *Cicuta virosa*, *Viola palustris*, *Carex canescens*, *stellulata*, *Sphagnum*- und *Hypnum*-Art etc. vor.

Sonst kann man auf den Heidemooren einen doppelten Typus unterscheiden, der schon in der I. Abt. S. 315—316 erwähnt wurde. Es ist das der *Ericaceen*-Typus und der des *Eriophorum vaginatum*.

Das in Blüte herrliche *Ledum palustre* bildet ganze Gestrüppe, zu denen sich gewöhnlich *Vaccinium uliginosum*, *Vitis Idaea*, *Myrtillus*, *Andromeda poliifolia*, *Calluna vulgaris* (auch die var. *hirsuta*), *Oxycoccos palustris* gesellt. Alle diese Arten imponieren nicht wenig durch ihr geselliges Vorkommen auf großen Flächen. Die Legföhre kommt entweder einzeln oder in kleinern Beständen vor.

Der zweite Typus besteht eigentlich nur aus der genannten Leitart, die hier große Flächen bedeckt.

[1] Die Heidemoore bei Stankau und Libožez bei Chlumec-Pilař wollen wir übergehen, da wir dieselben Formationen und Arten wiederholen müßten. Eine eingehende Schilderung derselben findet sich bei Vilhelm a. a. O. S. 15—17. Von den interessantesten Erscheinungen nennen wir den *Campylopus flexuosus* und die *Calla*-Bestände in den sumpfigen Moorgräben.

Auf einigen Stellen, wo früher Torf gestochen wurde, erneuert sich das Moosmoor: dort sieht man auch, wie die *Calluna*, wo sie den Platz der *Dicranella cerviculata* eingenommen hat, langsam abstirbt, eine Erscheinung, die bei einer so harten Art, wie es die *Calluna* ist, wohl erwähnungswert ist. Noch bemerkenswerter ist, daß auch die so robusten Rasen des *Eriophorum vaginatum*, die ganze Flächen des toten Moores besiedelt haben, stellenweise bei neuer intensiver *Sphagnum*-Bildung und beim Eindringen einiger *Ericaceen* absterben und sich in die charakteristischen Hügelchen, die in dem genügend nassen Moore mit *Oxycoccos, Andromeda* etc., im trockenen mit *Calluna* bewachsen sind, langsam umwandeln. Diese Erscheinung ist um so mehr zu bewundern, als die genannte *Eriophorum*-Art in den echten lebenden Moosmooren daselbst sowie auch anderwärts mehrfach vorkommt.

Die Umwandlung der Heidemoore in *Calluna*-Heiden geschieht gewöhnlich dadurch, daß sich auf dem entwässerten Moor, wo die Lebenskraft der *Sphagnum*-Arten beträchtlich herabgesetzt wird, die *Calluna* und mit ihr eine lange Reihe schon mehrmals genannter Heidepflanzen vermehrt, oder daß *Calluna* und die übrigen Heidepflanzen die durch Torfstich nackt gewordenen Moordämme besiedelt. Hierbei kommt aber immer eine so interessante Reihe von Zwischenstufen zwischen dem lebenden Moor und der Heide vor, daß es wohl empfehlenswert wäre, diese Verhältnisse einer mehrjährigen, möglichst genauen Beobachtung zu unterwerfen. Einiges darüber wurde schon früher gesagt. Wir wollen hier noch die interessanten Wälder der *Pinus uncinata rotundata* f. *pyramidata* erwähnen, deren Bäume mehrere Meter hoch werden und in denen auch die gewöhnliche *Pinus silvestris* meist beigemengt vorkommt. Die großen, einige Kilometer lang sich hinziehenden Waldungen, die durchweg nur unzähliges *Ledum palustre* als Unterholz besitzen, sind eine so interessante Waldformation, daß sie eine nähere Schilderung wohl verdienen möchten. Doch die daselbst vorkommende „Flora" besteht nebst *Ledum* kaum aus 10 Arten, von denen z. B. die *Vaccinien* und nur als Seltenheit *Calamagrostis Halleriana* (auf den Standorten aber sehr gesellig) zu nennen ist. Nur in den tiefen Drainagegräben wiederholen sich *Carices*, *Naumburgia*, *Peucedanum* etc.

Schon in der Nähe von Bor kommt ein *Betula*-Heidemoor vor, in dem wiederum dieselben Arten, zumeist wieder *Ericaceen* auftreten, zu denen sich stellenweise *Rhynchospora alba*, *Viola palustris*, *Drosera rotundifolia* und *Eriophorum gracile* nebst *Eriophorum alpinum* und *Carex limosa* gesellen. Die Birke bildet hier charakteristische, niedrige Bäumchen mit dicht buschigen, rundlichen Kronen, auch einige *Salix*-Arten, besonders aber häufig die *Frangula Alnus* kommen hier vor. Das *Vaccinium uliginosum* bildet hier ganze Sträucher, von mehr als 2 m Durchmesser, die eine schöne, halbkugelige Form haben. Bei den feuchten Gräben kommt eine mannigfaltige *Cyperaceen*-Auswahl

zum Vorschein. Der Torf ist hier aber schon nicht so mächtig und mit Sand gemischt: weithin tritt reiner Sandboden auf, dessen Flora schon teilweise S. 339 erwähnt wurde; dort, wo ein nicht ganz typisches Wiesenmoor sich bildet (er besitzt ziemlich viele süße Gräser), kommen große Kolonien von *Menyanthes* vor.

Hinter dem Dorfe Bor befinden sich große Waldwiesen, die in den feuchten Jahren ziemlich naß, sonst aber mehr trocken sind. Demgemäß weisen sie auch ein Gemisch von mesophiler bis fast hydrophiler und halbxerophiler Vegetation auf. Es kommen hier vor:

Crepis succisifolia (auch var. *glabra*), *Scorzonera humilis*, *Orchis latifolia*, *Leontodon hastilis*, *Platanthera solstitialis*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Polygala vulgaris*, *Arnica montana*, *Lychnis flos cuculi*, *Hieracium umbellatum*, *Holcus lanatus*, *Betonica officinalis*, *Briza media*, *Lotus corniculatus*, *Galium silvestre* (*scabrum*), *Campanula patula*, *Thymus ovatus*, *Veronica officinalis*, *Antennaria dioica*, *Hieracium Pilosella*, *Luzula campestris*, *Festuca rubra*, *ovina*, *Echium vulgare*, *Carex leporina*, *Hypericum perforatum*, *Dianthus deltoides*, *Myosotis palustris* etc.

Weiterhin in den Wäldern gegen Nordosten kommt eine Waldflora vor, die der bei Wittingau sehr nahe steht; neben den überwiegenden Kiefernwäldern kommen Fichtenbestände mit eingestreuter Edeltanne und Rotbuche vor. Kleinere tote Moore, die gewöhnlich der abnorme, niedrige Wuchs der Kiefernbäume verrät, und in denen als Seltenheit auch *Juncus squarrosus* vorkommt, sind vorhanden. Sonst wären vielleicht nur *Senecio rivularis* (auf feuchteren Stellen), *Blechnum Spicant* und *Aspidium cristatum* zu verzeichnen. *Aspidium spinulosum* var. *elevatum* ist auch ziemlich verbreitet. Hier enden etwa die letzten Ausläufer der Gratzner Fichtenwaldflora mit zahlreichen montanen Arten. Weiterhin gegen Norden ist ihr Vorkommen mehr vereinzelt und auf Arten beschränkt, die mehr von dem Substrat als von der vertikalen Höhe abhängig sind. Bei Šalmanovic kommt auch, allerdings selten, das *Lycopodium Selago* vor, das merkwürdigerweise noch auf dem Berge oberhalb Dunajic mit *Blechnum* erscheint.

10. Die Umgebung von Gratzen, besonders der untere Forst.

Die Wälder zwischen Šalmanovic und Gratzen haben schon einen ganz veränderten Habitus, was in erster Reihe durch die Flora der Fichtenwälder bedingt wird. Dieselbe zeigt in der Tat einen eigenartigen Unterwuchs, der viele Beziehungen zu der herrschenden Baumart aufzuweisen vermag, was man von der Fichtenwaldflora der Gegend bei Veselí, Lomnic und Wittingau nicht sagen kann. Wie früher gesagt wurde, bildet daselbst der Unterwuchs eine nicht selten den offenen heideartigen Formationen ganz analoge Formation, zu der der Fichtenhochwald nur als eine höhere Pflanzenetage erscheint und nur ganz unbe-

deutend auf selbe (bloß durch seinen Schatten) einwirkt. Deshalb wäre auch der Fichtenwald im Umkreise von Veselí und Wittingau mit Rücksicht auf seinen Unterwuchs bald besser durch den Kiefernwald, bald wieder durch einen Bruchwald etc. zu ersetzen, was natürlich in erster Reihe der Waldkultur anheimzustellen ist.

Es ist aber äußert wichtig, zu konstatieren, daß der montane hercynische Fichtenhochwald (zumeist mit Tannen und Buchen vermengt), der im Böhmerwalde so typisch ausgebildet ist und noch bei Gratzen seinen Charakter bis auf einige Lokaleigentümlichkeiten ganz gut bewahrt, etwa bei der Linie, die nördlich von dem Šalmanovicer „Roten Moos“ zu ziehen wäre, aufhört und weiterhin, soweit noch natürliche Fichtenbestände vorhanden sind, dem Fichtenwald des obern oder auch untern hercynischen Hügellandes Platz macht. Dieser hat aber eine ganz andere, noch ärmere Flora, die eben durch das Fehlen oder seltenes Auftreten vieler meist als „gemein“ bezeichneter Fichtenwaldpflanzen charakterisiert wird. Beispielsweise führen wir an, daß *Luzula albida*, *Senecio Fuchsii*, *Mercurialis perennis*, *Convallaria* etc., insofern sie nicht überhaupt fehlen, in der Wittingauer Gegend (wo natürlich auch fast alle Hainpflanzen, wie *Primula officinalis*, *Corydalis cava*, *Viola mirabilis*, auch *Asarum* sehr selten sind oder zumeist fehlen), äußerst spärlich vorhanden sind. Überdies ist die Buche bei Wittingau selten, und die Tanne fehlt überhaupt.

Die Teichflora der Gratzener Umgebung ist im ganzen der geschilderten ähnlich, obzwar nicht so mannigfaltig. Auf den Teichdämmen kommt hier auch die in der Wittingauer Gegend sehr seltene *Viscaria vulgaris*, auf den Äckern *Juncus capitatus* vor. Auch die gewöhnlichste Vegetation, die sich z. B. auf den sandigen, mehr oder weniger humosen Boden an den Waldstraßengräben befindet, ist nicht dieselbe wie bei Wittingau. Neben der dem sandigen Substrate entsprechenden *Teesdalia* kommt hier *Aspidium filix mas*, *Athyrium filix femina*, *Oxalis Acetosella*, *Luzula pilosa*, *albida*, *Smilacina*, *Lactuca muralis*, *Carex pallescens*, *Lycopodium clavatum*, *Sambucus Ebulus*, *Prenanthes*, *Polypodium Phegopteris*, *Arnica*, *Platanthera* vor.

Eine günstigere Stelle (ebenfalls oberhalb der Straßengräben) eines Fichtenjungwaldes, unweit von Georgental, zeigt eine noch mehrsagende Zusammenstellung:

Soldanella montana (viel und sehr üppig),
Epipactis latifolia,
Luzula albida,
Prenanthes purpurea (mannshoch, sehr robust),
Senecio rivularis,
Pirola minor, *rotundifolia*,
Luzula pilosa,
Arnica montana,
Veronica officinalis,
Polypodium Phegopteris,
Athyrium filix femina,
Aspidium cristatum,
„ *filix mas*,
„ *spinulosum* var. *dilatatum* und *elevatum*.

Stellaria uliginosa unterwärts in den Gräben, wo nebst *Carex stellulata*, *Myosotis palustris*, *Lychnis flos cuculi*, *Cardamine pratensis* und *Equisetum silvaticum* die *Carex brizoides* ganze Bestände bildet.

In der Nähe kommt auf den Waldrändern *Fragaria vesca*, *Solidago Virga aurea*, auf den feuchtern Stellen *Lysimachia nemorum*, *Monesis grandiflora*, *Valeriana dioica*, herdenweise *Senecio Fuchsii*, *Sambucus racemosa*, *Carex remota* vor.

Dies sind nur ganz bescheidene Florenbilder der Wälder nördlich von Gratzen, wo auch *Botrychium rutaefolium* und auf den feuchten Waldwiesen *Juncus acutiflorus* vorkommt. Es treten hier aber viele recht interessante, zumeist montane Arten auf, von denen z. B. *Willemetia apargioides*, *Lycopodium Selago*, *Circaea alpina*, *Aruncus silvester*, *Stellaria Frieseana*, *Cirsium heterophyllum*, *Monesis*, *Petasites albus*, auf den Wiesen *Thesium pratense*, das auch bei Wittingau mehrfach, aber selten beobachtet wurde, zu nennen sind. — Weiterhin, südwestlich von Gratzen, längs der böhmisch-niederösterreichischen Grenze, kommt diese Flora noch in weit schönerer Entwicklung vor: hier treten schon nicht vereinzelte, sondern sehr zahlreiche Arten der eigentlichen Böhmerwaldflora auf. Im Theresientale bei Gratzen wären z. B. von den interessantern Arten *Soldanella*, *Geranium phaeum* (ob wild?), *Genista pilosa*, *Cytisus capistatus*, *Doronicum caucasicum* (s. S. 417), *Aconitum variegatum* etc. zu nennen.

Auch die *Rubi* fangen an, wie dies in den großen Waldgebieten Südböhmens in der Regel zutrifft, recht häufig und mannigfaltig zu werden; besonders ist der *Rubus glandulosus* in einer langen Reihe von interessanten Formen vorhanden.

Auf den Grenzgebirgen, südlich von Gratzen, hat die Flora einen ausgesprochen montanen Charakter; es steigen ja einige Berge über 1000 m hinauf, wogegen Gratzen 540 m, Rotes Moos etwa 480 m hoch liegt. So ist der Hochwaldberg 1050 m hoch und beherbergt z. B. nebst anderm: *Luzula maxima*, *Rosa alpina*, *Polygonatum verticillatum*, *Cardamine trifoliata*, *Knautia silvatica*, *Lycopodium complanatum*, *annotinum*, *Cirsium heterophyllum*, *Veronica montana*, *Pinguicula vulgaris*, *Orchis maculata*, *Homogyne alpina*, *Gymnadenia conopea*, *Festuca silvatica* (= *calamaria*), *Thalictrum aquilegiifolium*, *Lysimachia nemorum*, *Willemetia apargioides*, *Carex leporina* var. *argyroglochin*, *Rubus saxatilis* etc. etc.

Wir haben die Flora dieses zu unserm Gebiete natürlich nicht mehr gehörigen Berges noch kurz angeführt, um zu zeigen, wo sich der Brennpunkt zahlreicher, im Gebiete zerstreut vorhandener, montaner Arten vorfindet.

Erklärung zu den Tafeln und zu der Abbildung,

(sämtlich Originalaufnahmen von K. Domin, Juli 1903).

Abb. S. 342. Eine an die Ostseite des Rosenberger Teiches grenzende Sandflur, Facies des *Scleranthus perennis*; nebst der Leitart, die weite Flächen bedeckt, tritt besonders *Carex hirta* in den Vordergrund. Näheres s. S. 447.

Taf. XVIII. Ein sumpfiger Erlenbruch mit Vorwiegen der *Calla palustris*, in der Nähe des Neubaches zwischen Leština und Baština.

Rechts oben die breiten Blätter von *Iris Pseudacorus*, im Vordergrunde *Potentilla palustris*, in der Mitte die Blätter von *Selinum palustre* (unter ihnen die kleinen Blüten von *Ranunculus Flammula*). Von den hohen *Gramineen* treten besonders *Glyceria fluitans* (links), *Deschampsia caespitosa* (rechts und in der Mitte) und von den *Juncaceen: Juncus Leersii* hervor. Das steife Blatt oben in der Mitte gehört dem *Scirpus silvaticus*.

Taf. XIX. Eine *Arnica*-Heidewiese in der Nähe des Svět-Teiches bei Wittingau. Nebst der unzähligen *Arnica montana* kommen nur einige Gräser (*Nardus, Deschampsia flexuosa, Briza* etc.) in Betracht.



Druck von Gebauer-Schwetschke Druckerei u. Verlag m. b. H., Halle a. S.





